

## 컴퓨터 바둑에서 돌의 영향력, 영향력점 그리고 영향력영역에 대한 연구

박현수

경동정보대학 컴퓨터정보기술과

hspark@kdtc.ac.kr

A Study of Stone Influence, Influence Point, and Influence Area in Computer Go

Hyun-Soo Park

Dept. of Computer Information Technology, Kyungdong College of Techno-Information

### 요 약

본 논문은 컴퓨터 바둑에서 돌의 영향력(Stone Influence)과 영향력점(Influence Point) 그리고 영향력영역(Influence Area)을 제안한다. 돌의 영향력은 놓인 돌과 빈 정점사이의 거리에 따라 정의하며, 영향력점은 돌의 영향력에 대해 임계치를 이용하여 정의한다. 형세평가를 위한 요소로 영향력영역을 영향력점 덩어리와 코어를 이용하여 정의한다. 저자는 정석 자료를 이용한 실험을 통해서 영향력점의 임계치를 구하였으며, 영향력영역이 바둑 게임에서 세력으로 성공적으로 적용 가능하였습니다.

### ABSTRACT

This paper presents the Stone Influence, the Influence Point, and the Influence Area on computer Go. The Stone Influence is defined using the distance between stone and empty point. The Influence Point is defined using threshold value on the Stone Influence. The Influence Area is defined using lump of the Influence Points and its Core. In experiments using the Jeongseok data, the author obtained the threshold of Influence Points. The proposed method was verified by experiments where it was success fully applied to the influence in game of Go.

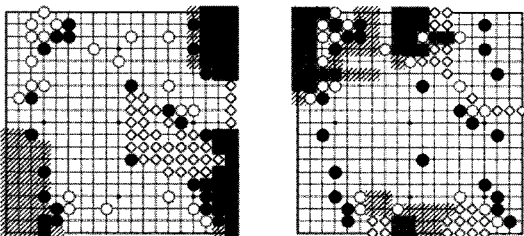
Keyword : Stone Influence, Influence Point, Influence Area, Evaluation, Computer Go

## 1. 서론

바둑은 흑과 백이 번갈아 두어 영역을 많이 가지는 편이 이기는 게임이다. 컴퓨터 바둑에서 현재의 바둑판의 우세를 평가하는 것이 형세판단으로 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 형세판단은 게임 트리 탐색을 이용하는 사활 문제와는 다르게 일반적인 접근 방법을 찾기가 매우 힘들다. 상용화된 컴퓨터 바둑 프로그램은 정석이나 패턴과 같은 정형화 되어진 것은 잘 연구되어 구현되어졌지만 현재 상태에 대한 평가를 위한 형세판단의 방법에 관해서는 연구가 많이 이루어지지 않고 있다.

컴퓨터 바둑에서 형세판단은 전략과 전술적으로 매우 중요하다. 현재 바둑판의 상태에 대한 형세판단은 흑과 백이 차지하고 있는 영역과 앞으로 차지 가능한 영역을 계산한다. 그러나 영역의 결정과 미래의 영역 계산은 매우 어려우며 정형화되어진 방법은 아직 없다. 영역 결정의 경우 정적인 사활과 빅에 대한 평가[1,2]와 동적인 수읽기가 동반된 사활 평가가 있을 수 있다. 그리고 미래의 영역 계산은 영향력과 두터움 그리고 끝내기등과 같은 문제를 해결해야한다. 그러므로 형세판단은 종합적인 바둑판의 정보 처리를 전제하며 매우 중요하고 어려운 것이다.

Ken Chen[3]은 Go Intellect에서 형세 평가 함수를 개발하여 컴퓨터가 스스로 현재의 국면을 평가하도록 구현하였다. Müller[4]는 Full-Board Evaluation에서 score를 계산하는 방법에서 아래와 같은 방법을 사용하였다. 특히, Potential territory와 near point의 경우 짝은 아니지만 전체 형세평가에  $\pm 1/2$ 로 계산함으로 마치 영향력파도 같은 역할을 한다. 그의 논문에서 Safe territory의 각 점이 흑이면 +1로 백이면 -1로 정의하고, Potential territory의 각점을  $\pm 1/2$ 로 정의하고, Each near point는  $\pm 1/2$ 로 정의하였으며 Junction points와 far-away points는 0으로 정의하였다.



[그림 1] Safe(dark shade), potential(light shade), 그리고 threatened(◇) zones 표시

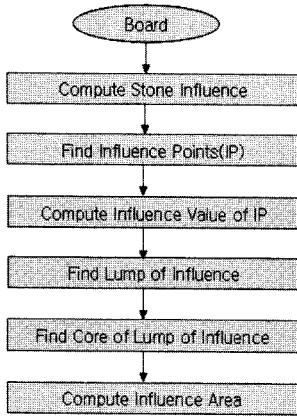
Müller의 방법에서 Potential territory는 potential dividers에 의해 분리된 것으로 safe territory보다 더 약하여 내부 전체에 대해 통제하기에 충분히 강하지 못하다. 즉, 그림1의 좌측 그림에서 좌하귀의 경우에 해당하는 것으로 틈이 너무 많아 Safe하지는 못한 경우이다. 그러나 실제로 형세 판단을 위해서 이와 같은 값을 제외 하면 매우 큰 오차가 발생되어진다. 그러므로 적당하게 그 영역의 값을 설정할 필요가 있다. 여기서의 적당한 값은 실제 영역이 아니지만 영역이 될 수 있는 가능성이 대단히 높은 것으로 판단했다.

김영상[5]은 돌의 세기, 영향력, 안정도, 자리값, PM, 등의 요소를 정의하여 임의의 국면에 대한 형세를 평가하는 시스템을 제안하였다. 김광인[6]은 기본적으로 영향력 함수의 값을 세력의 근원지인 돌로부터 거리가 멀어짐에 따라 지수적으로 감소되고 빈자리에 누적되는 것으로 보았다.

영향력은 돌이 반면에 놓일 때 그 돌의 세기를 계수적으로 표현한 것이다. 프로기사는 반면에 대해 어느 정도 크기의 영향력을 형세평가의 근거로 삼는다. 이것 또한 표준적으로 정해진 모양이나 값이 없다. 그러나 돌들의 안정도와 분포에 큰 영향을 받는다. 단순히 돌이 많다고 해서 영향력이 크다고 할 수는 없으며 또한 돌이 적다고 해서 영향력이 약하다고는 말할 수 없다. 그때의 상황에 따라 그 크기도 달라지는 것이다. 그리고 이러한 영향력을 기반으로 하여 전략을 구사하기도 한다. 즉, 영향력을 이용한 공격이나 영향력을 집으로 확보하는 전략을 사용하기도 한다.

그림2는 본 논문에서 제시하는 방법을 설명한다. 제안한 방법은 입력되어진 board에 대해서 빈 정점에 대한 돌의 영향력을 계산하고 이를 이용하여 영향력점을 찾고 영향력점의 값을 계산하고 영향력점들로 이루어진 이웃한 점들인 영향력 덩어리를 찾는다. 이러한 영향력 덩어리에 포함된 코어를 찾고 마지막으로 영향력영역을 계산한다.

본 논문은 2장에서 돌의 영향력, 영향력점, 그리고 영향력 영역을 정의한다. 3장에서 실험을 통해서 영향력점의 임계치를 구하고 형세평가의 적절히 이용될 수 있음을 검토한다. 그리고 4장에서는 결론적으로 제안한 방법의 요약하고 앞으로의 과제에 대해서 논의한다.



[그림 2] 제안한 방법의 절차

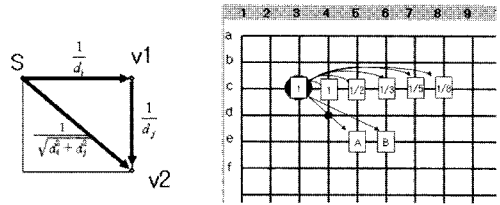
## 2. 돌의 영향력과 영향력점 그리고 영향력영역

### 2.1 돌의 영향력(Stone Influence)

돌의 영향력(Stone Influence, SI)은 돌이 임의의 빈 정점까지 미치는 힘을 정의한 것으로 돌의 세기와 그 돌이 속한 Group의 안정도기로 정의한다. 일반적으로 돌의 세기는 그 거리의 증가에 대해 상대적으로 약해지는데, 저자는 돌의 세기(Stone Power, SP)를 피보나치수열의 값의 역수로 정의하였다. 즉, 돌의 현재 위치는 1이고, 돌과 이웃한 빈 정점일 경우는 1, 한 칸의 거리의 빈 정점일 경우는 1/2, 두 칸 거리 빈 정점일 경우는 1/3, 세 칸 거리의 빈 정점일 경우는 1/5, 그리고 네 칸 빈 정점일 경우는 1/8로 정의하였다. 그리고 임의의 돌에서 대각선 방향의 빈 정점까지의 돌의 세기는 돌과 빈 정점까지의 거리를 피타고라스 정의에 의해 구하고 이것의 역수를 돌의 세기로 정의한다.

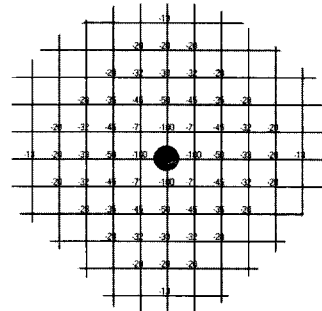
그러므로 아래의 (식1)에서와 같이  $d$ 는 피보나치수열의 값이며, SP는 돌의 세기를 나타낸다.

$$\begin{cases} SP_{(S, V1)} = \frac{1}{d_i} \\ SP_{(S, V2)} = \frac{1}{\sqrt{d_i^2 + d_j^2}} \\ d_i, d_j = \{1, 2, 3, 5, 8\} \\ i, j = 1, 2, 3, 4, 5 \end{cases} \dots\dots\dots (식1)$$



[그림 3] 거리에 따른 돌의 세기 계산방법

그림3에서와 같이 돌(S)이 있을 경우 S에서 V2까지의 돌의 세기는 S에서 V1까지의 거리의 제곱과 V1과 V2의 거리의 제곱의 제곱근의 역수이다. 예를 들어 그림3의 우측에서 위치 (3,s)에 S이고 빈 정점 A에 미치는 세기는 S에서 빈 정점 (5,c)까지의 거리인 2와 (5,2)에서 A위치인 (5,e)까지의 거리 2에 대해 각각의 제곱의 합을 제곱근한 수의 역수이다. 그림4는 돌의 세기에 대한 예를 보여주는 것으로 세기 값에 대해 가독성을 높이기 위해 100을 곱한 것으로 표시를 하였다.



[그림 4] 돌의 세기의 예

또한 빈 정점의 영향력은 돌들의 세기와 그 돌들이 속한 각 Group의 안정도에 따라 빈 정점에 영향을 미칠 수 있다. 돌들이 속한 Group의 안정도가 죽음이려면 돌들은 빈 정점에 영향을 미치지 못할 것이지만 완전한 삶이 확정된 돌들이라면 정의한 값만큼의 영향을 미칠 것이다. 아래 (식2)에서와 같이 빈 정점(v)의 영향력(SI)이란 돌의 세기와 그 돌이 속한 Group의 안정도에 비례하게 정의한다.

$$SI_{(v)} = \sum_{i=1}^n SP_{(S_i, v)} \times GS_{(S_i)} \dots\dots\dots (식2)$$

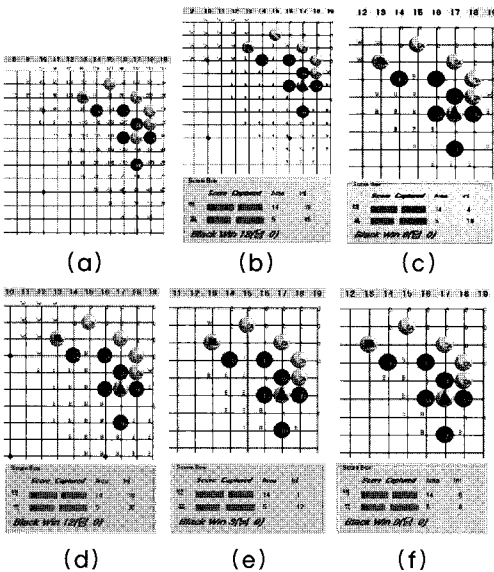
$$\begin{cases} SI_{(v)} : \text{빈 정점}(v)\text{의 영향력 값} \\ SP_{(S_i, v)} : \text{빈 정점}(v)\text{에 미치는 돌}(S_i)\text{의 세기} \\ GS_{(S_i)} : \text{돌}(S_i)\text{이 속한 Group의 안정도 값} \\ 1 : \text{Complete Alive, Alive, Unsttled, Dead} \\ 0 : \text{Killed} \end{cases}$$

**2.2 영향력점(Influence Point)**

둘들의 영향력의 값이 있을 때 과연 어디까지를 영향력으로 정할 수 있는가는 매우 어려운 문제이다. 즉, 둘에 대한 임의의 빈 정점이 영향력을 가지기 위해서는 일정한 값 이상이어야 한다. 그러므로 저자는 빈 정점이 일정한 영향력을 가지는 때 이것을 영향력점이라 정한다. 즉, 영향력점(IP, Influence Point)은 임의의 빈 점이 가지는 둘들의 영향력(SI) 값의 합으로 임계치 이상이면 영향력점이라 정의한다. 아래 (식3)에서 빈 정점(v)에서의 영향력 값(SI)는 임계치  $\tau$ 에 의해 영향력점으로 결정되어진다.

$$\begin{aligned}
 & \text{if } SI_{(v)} \geq \tau \text{ then } IP_B \ni v \\
 & \text{else if } SI_v \leq -\tau \text{ then } IP_W \ni v \quad \dots\dots(\text{식3})
 \end{aligned}$$

- $SI_{(v)}$ : 빈 정점 v에서의 영향력 값
- $IP_B$ : 흑의 영향력점의 집합
- $IP_W$ : 백의 영향력점의 집합
- v: 임의의 빈 정점
- $\tau$ : Threshold



[그림 5] 임계치에 따른 영향력점(B: 흑의 영향력점, W: 백의 영향력점) (a) 모든 SI (b) 임계치 20 (c) 임계치 50 (d) 임계치 100 (e) 임계치 140 (f) 임계치 200

하나의 빈 정점이 같은 색의 다수 개의 둘에 의해 둘러싸였다 할지라도 그 빈 정점은 일정한 한계치를 넘게 되면 초과 되어지는 영향력은 별 의미가 없으며, 반대로 너무나 미약한 값이 있다면 이것 역시 영향력으로 고려할 필요가 없

다. 그러므로 아래 식은 둘의 영향력에 대하여 임계치를 고려하여 흑과 백의 IP들을 찾는 방법을 설명한다.  $IP_B$ 는 흑의 영향력점의 집합을 의미하고  $IP_W$ 는 백의 영향력점의 집합을 의미한다.

그림5는 정석자료[8]를 이용하여 임계치를 각각 20, 50, 100, 140, 200에 대해 실험한 결과이다. (a)에서 보는 것과 같이 빈 정점의 영향력 값이 존재할 때 임계치 20를 정한 (b)의 경우 세력 위주인 흑의 영향력점이 과다하게 나타나고 있다. 그리고 임계치가 커짐에 따라 영향력점의 수도 감소함을 알 수 있다. 임계치 200인 (f)의 경우에는 백의 영향력점은 0개이나 흑의 영향력점은 8개로 나타난다. 그러므로 영향력점이 실제 형세평가에 이용되기 위해서는 가장 적당한 임계치를 정해 주어야한다.

**2.3 영향력영역(Influence Area)**

세력과 영역은 서로 다른 것이다. 세력은 영역이 될 수도 있고 아닐 수도 있다. 그러나 초반과 중반의 형세평가에서 세력은 두터움이라든지 영역으로의 가치로 평가 한다. 그러므로 본 논문은 세력을 영역으로의 평가를 하기위해 영향력점을 이용하여 영향력점 덩어리와 영향력점 덩어리의 코어를 정의하고 이로써 영향력영역을 정의 한다. 그러므로 세력에 해당하는 영향력점들 중에 영향력영역에 해당하는 것을 찾아서 영역으로 평가를 한다.

세력이라는 것이 형세평가를 하기 위해 사용되는 것이므로 이 세력을 형세평가의 단위인 집으로 환산이 되어야 하겠다. 그래서 저자는 세력을 집으로 하는 방법을 영향력점의 코어가 존재 할 때만이 영향력영역으로 인정하여 형세평가를 하고자 한다.

즉, 영향력영역(Influence Area)은 영향력점들의 덩어리에 코어(Core)을 가지고 있으며 이 덩어리의 코어와 연결되어진 점에 속하는 모든 영향력점은 영향력영역에 속한다.

[영향력점 덩어리(LI, Lump of Influence) 정의]

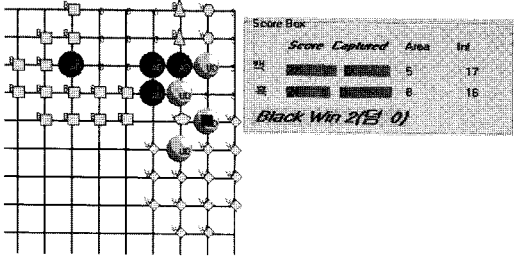
영향력점 덩어리는 영향력점들이 이웃한 관계로 연결되어진 그래프이다.

[영향력점 덩어리의 코어(CLI, Core of LI) 정의]

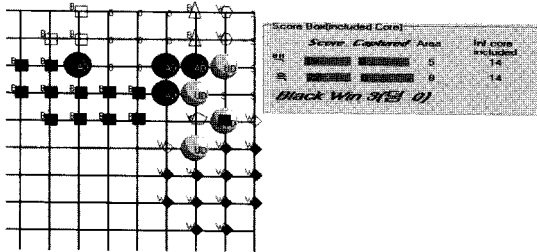
영향력점 덩어리에서 영향력점을 꼭지점으로 하는 사각형을 영향력점 덩어리의 코어라 한다.

[영향력영역(IA, Influence Area) 정의]

영향력점 덩어리들 중에서 영향력점 덩어리의 코어가 존재하는 그래프를 영향력영역이라 한다.



[그림 6] 영향력점 덩어리(세모, 네모, 마름모, 오각형, 육각형)



[그림 7] 영향력점 덩어리의 코어(속이 찬 사각형과 속이 찬 마름모)

그림6에서 보는 것 같이 흑의 영향력점 덩어리는 세모와 네모로 표시하고 있으며, 백은 마름모, 오각형, 그리고 육각형으로 표시하고 있다. 단순히 영역과 영향력점으로 계산하였을 경우는 백은 영역이 5이고 영향력점이 17이고 흑은 영역이 8이고 영향력점이 16이다. 그러므로 백은 22이고 흑은 24이다.

그림7에서는 영향력점 덩어리의 코어 표시를 속이 찬 사각형과 속이 찬 마름모로 표시하였다. 영향력영역(IA)는 속이 찬 마름모를 포함한 사각형덩어리와 속이 찬 마름모 덩어리가 포함된다. 영향력점 덩어리의 코어를 포함한 것을 영향력영역으로 계산한 것은 영역은 변화가 당연히 없고 백의 코어를 포함한 영향력점은 14이고 흑의 코어를 포함한 영향력점도 14이다. 그러므로 백은 19이고 흑은 22이다.

영향력점 덩어리의 코어를 정의한 것은 영향력점이 다수 존재할 때 어느 정도의 일정한 폭을 가지고 있는 것이 세력의 특성이므로 이를 반영하기 위해서 영향력점이 이루는 사각형으로 정의하였다.

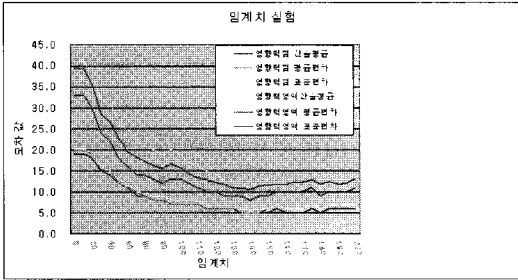
### 3. 실험

저자는 적절한 임계치를 정석자료들을 이용하여 찾는다. 왜냐하면 정석 자료는 영역과 영역 그리고 영역과 세력으로 구분되는 수 나누기가 이루어진 검증된 자료이기 때문이다. 서로 불만이 없는 상태로 두어지는 정형화된 수순에서 실리와 세력으로 구분되어지는 결과가 많으며 이러한 엄격한 구분이면 영역과 세력으로 계산이 가능하다.

표1은 제안한 논문에서 정의한 영향력의 값을 사용하여 임의의 한 빈 정점에 임계치를 0에서 200까지를 증가시켜 영향력점과 영향력영역에 대해 실험하였다. 예를 들면, 임계치를 80일 경우에 합의 값이 흑은 80 그리고 백은 -80이상이면 각각 영향력점과 영향력 영역이 된다.

바둑정석사전[8]중 정석 83개를 자료로 사용하여 산술평균과 평균편차와 표준편차를 구하였다. [표1]은 실험의 결과를 나타내었다. 정석은 외부의 상황을 고려하지 않고 귀의 지역적인 상황에서 양쪽이 서로 손해 보지 않는 것으로 정의한 것이기 때문에 선수의 이득은 인정하지 않는다. 그러므로 덤을 0으로 계산 한다.

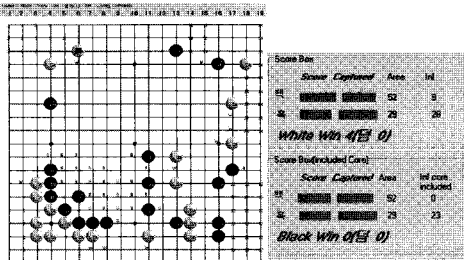
임계치	영향력점 오차				영향력영역 오차			
	산술 평균	평균 편차	분산	표준 편차	산술 평균	평균 편차	분산	표준 편차
0	19.0	20.0	406.0	20.1	41.0	33.0	1562.0	39.5
10	19.0	20.0	406.0	20.1	41.0	33.0	1547.0	39.3
20	18.0	19.0	367.0	19.2	38.0	30.0	1275.0	35.7
30	15.0	16.0	258.0	16.1	32.0	24.0	818.0	28.6
40	14.0	15.0	225.0	15.0	31.0	22.0	707.0	26.6
50	12.0	12.0	168.0	13.0	27.0	18.0	515.0	22.7
60	11.0	11.0	143.0	12.0	24.0	16.0	390.0	19.7
70	9.0	10.0	100.0	10.0	22.0	14.0	328.0	18.1
80	9.0	9.0	99.0	9.9	21.0	14.0	307.0	17.5
85	8.0	8.0	80.0	8.9	20.0	13.0	263.0	16.2
90	8.0	8.0	80.0	8.9	19.0	12.0	241.0	15.5
95	7.0	7.0	63.0	7.9	20.0	13.0	277.0	16.6
100	7.0	7.0	63.0	7.9	19.0	13.0	253.0	15.9
105	7.0	7.0	63.0	7.9	17.0	12.0	207.0	14.4
110	7.0	7.0	63.0	7.9	16.0	11.0	183.0	13.5
115	6.0	6.0	48.0	6.9	15.0	10.0	164.0	12.8
120	6.0	6.0	48.0	6.9	14.0	10.0	148.0	12.2
125	6.0	6.0	48.0	6.9	13.0	9.0	137.0	11.7
130	6.0	6.0	48.0	6.9	12.0	9.0	120.0	11.0
135	5.0	5.0	35.0	5.9	12.0	9.0	119.0	10.9
140	5.0	5.0	35.0	5.9	11.0	8.0	110.0	10.5
145	5.0	5.0	35.0	5.9	12.0	9.0	130.0	11.4
150	5.0	6.0	36.0	6.0	12.0	9.0	132.0	11.5
155	6.0	7.0	49.0	7.0	12.0	10.0	139.0	11.8
160	5.0	6.0	36.0	6.0	12.0	10.0	141.0	11.9
165	5.0	6.0	36.0	6.0	12.0	10.0	149.0	12.2
170	5.0	6.0	36.0	6.0	12.0	10.0	152.0	12.3
175	6.0	7.0	50.0	7.1	12.0	11.0	161.0	12.7
180	5.0	6.0	37.0	6.1	11.0	9.0	137.0	11.7
185	6.0	7.0	50.0	7.1	12.0	10.0	157.0	12.5
190	6.0	7.0	50.0	7.1	11.0	10.0	139.0	11.8
195	6.0	7.0	50.0	7.1	11.0	10.0	145.0	12.0
200	6.0	7.0	50.0	7.1	12.0	11.0	173.0	13.2



[표 1] 영향력점과 영향력영역을 이용한 임계치

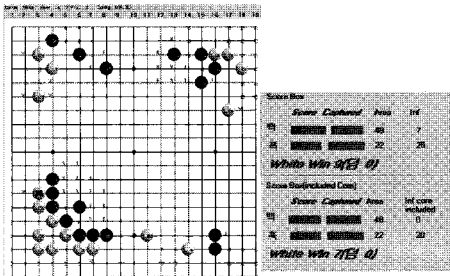
표1에서와 같이 임계치를 140인 경우에 영향력점 산술평균이 5.0이고 평균편차가 5.0 그리고 표준편차가 5.9이고 영향력영역은 산술평균은 11이고 평균편차는 8이고 표준편차가 10.5로 가장 낮은 값이 나왔다. 이러한 실험결과를 바탕으로 임계치를 140으로 정하고 영향력영역을 영역으로 사용하기로 한다. 그러므로 각점의 영향력의 합은 140을 초과 할 때는 형세평가 할 경우에 영역이 된다.

실험을 통한 임계치 140을 이용하여 Game에 적용하였다. 그림8과 그림9는 임계치 140을 영향력을 집으로 환산한 예이다.



[그림 8] 임계치 140을 사용한 형세평가의 예

그림8의 예에서 보면, 좌하 귀에서 백이 영역을 차지할 때 흑은 세력을 구축한 상황이다. 좌하의 백 영역은 23이고 흑의 영향력영역이 23이다. 이것은 프로기사가 평가한 세력의 평가치와 매우 유사한 결과이다.



[그림9] 임계치 140을 사용한 형세평가의 예

그림9의 경우는 그림8의 경우와 다르게 좌하의 흑의 영향력영역이 다수 감소하였다. 그 이유는 흑이 하변에서 중앙으로 펼쳐지는 돌들이 없고 대신 백의 돌이 하변을 차지하고 있기 때문이다. 이것은 흑의 영향력영역을 감소시키기 충분한 적의 위치이다.

### 4. 결론

본 논문에서는 컴퓨터 바둑에서 돌의 영향력(Stone Influence)과 영향력점(Influence Point) 그리고 영향력영역(Influence Area)을 제안하였다. SI는 놓인 돌과 빈 점정사이의 거리에 따라 정의하며, IP는 SI에 대해 임계치를 이용하여 정의하였다. 임계치는 정석 자료를 이용한 실험에서 가장 적절한 값을 찾았다. IA는 영향력점 덩어리와 코어를 이용하여 정의하였다. 영향력점 덩어리는 이웃한 영향력점들의 그래프를 덩어리로 정의하였으며 코어는 이웃한 영향력점을 꼭지점으로 하는 사각형으로 정의하였다.

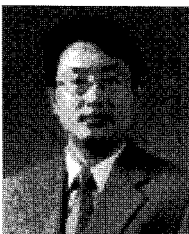
저자는 실험을 통해서 정석 자료와 다양한 임계치를 이용하여 실험한 결과 영향력점과 영향력영역의 오차의 산술평균, 표준편차 등을 구한 결과 임계치 140에서 가장 좋은 결과가 나왔다. 구해진 임계치를 이용하여 바둑게임에 적용한 결과 형세평가에 중 세력의 해당하는 영향력영역의 결과가 매우 타당한 것으로 나왔다. 실제 세력을 형세평가에서 영역으로 계산하는 것처럼 실험에서 구한 임계치를 이용하여 정의한 영향력영역을 게임에서 검토하여 영향력영역이 실제로 형세평가에 사용이 적절함을 보였다.

제안한 방법은 돌의 영향력과 그 돌이 속한 Group의 안정도를 이용하여 영향력점 그리고 영향력영역을 제안하였다.

앞으로의 과제는 초반과 중반의 세력을 사용한 다음수 선택 기법과 세력을 이용한 전술의 선택 기법을 연구하는 것이다.

## 참고문헌

- [1] Hyun-Soo Park, Kyung-Woo Kang, and Hang-Joon Kim, "Judgment of Static Life and Death in Computer Go Using String Graph", LNCS 3611, pp.547-555, 2005
- [2] Hyun-Soo Park and Kyung-Woo Kang, "Evaluation of String in Computer Go Using Articulation Points Check and Seki Judgment", LNAI 3809, pp.197-206, 2005
- [3] K. Chen, "The move decision process of Go Intellect," Computer Go, No. 14, pp. 9-17, 1990
- [4] M. Müller, "Counting the Score: Position Evaluation in Computer Go," ICGA Journal, 25(4):, 219-228, 2002
- [5] 김영상, "컴퓨터 바둑에서 돌의 세기와 영향력 분포에 기반한 형세 평가 시스템," 컴퓨터산업교육기술학회 논문지, 제3권 제3호, 259-270쪽, 2002년. 3월
- [6] 김광인, 이재욱, 이종국, 이종철, "영향력 함수를 이용한 컴퓨터 바둑의 형세판단", 대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집(B), 제19권 제2호, 1996년 11월
- [7] 박현수, 이두한, 김항준, "컴퓨터바둑에서 String 안정도와 Group영역에 의한 정적분석", 전자공학회논문지(CI편), 제40권 제6호, pp76-86, 2003
- [8] 심종식, "바둑정석사전", 일신서적출판사, 1994



박 현 수 (Hyun-Soo Park)

1992년 경성대학교 전산통계학과 이학사  
 1995년 경북대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
 2005년 경북대학교 컴퓨터공학과 박사.  
 1997년 ~ 현재 경동정보대학 컴퓨터정보기술과 전임강사.

관심분야: 컴퓨터 바둑, 게임프로그래밍, 인공지능게임

---