

컴퓨터 게임에서의 문제 해결 분석

고 선 주*
런던대학교

백 혜 정**
성균관대학교

본 연구는 7세에서 10세사이의 아동 87명을 대상으로 '사파리 탐험' 시리즈 (O'Brien, 1985) 중 '플라밍고 새를 찾아라' 라는 추리게임을 사용하여 아동의 컴퓨터 게임 활동을 통해 이루어지는 인지변화와 학습을 분석하는 방법을 탐색하였다. 게임의 규칙은 '만약 ~이면, ~이다'라는 긍정조건문과 '만약 ~아니면, ~이다'라는 부정조건문으로 주어졌다. 연구 결과 컴퓨터 게임 활동의 기본요소인 문제해결에서의 추리 발달과 개인차 및 학습 효과를 찾아 볼 수 있었다. 위 결과들과 관련하여 컴퓨터 게임활동의 연구 분석 방법에 대한 시사점이 토의되었다.

컴퓨터 게임은 우리가 흔히 하는 활동으로 새로운 문화가 되어가고 있다. 아동이 컴퓨터 게임, 특히 교육용이라 불리는 게임을 할 때 무엇을 배우기는 하는지, 컴퓨터로 하면 학습효과가 더 나는 하는지, 흔히 하는 질문이면서도 여기에 대한 체계적 해답을 찾는 체계적인 노력은 그리 많지 않았다(Randel, Morris, Wetzel & Whitehill, 1992; Walford, 1995). 본 연구는 교육용 컴퓨터 게임을 통해 이루어지는 아동의 인지 변화와 학습을 분석하는데 그 목적을 두고 있다.

선행된 연구들을 바탕으로 하여 본 연구의 기본 틀을 위해 다음과 같은 세 가지 연구 문제를 도출하였다. 첫째, 게임에서의 의사결정과 선택이 아동의 나이에 따라 발달하는가 하는 문제이다. 게임이 진행되는 동안 아동은 어떤 전략으로 나가야 할지, 어느 것을 선택해야 할지 등에 대한 결정들을 끊임없이 해야 한다(Colman, 1982; Davis, 1970). 구성주의 이론에 따르면 게임에서의 이와 같은 의사결정은 게임 규칙과 게임 상에서의 정보들이 연루된 게임 상황에 대한 게임을 하는 사람

* koseonju@yahoo.com

** hbaek@unitel.co.kr

의 이해에 따른다고 한다(Piaget, 1932, 1951; Rapoport, 1990). 즉 게임의 목적이 무엇이며 그 목적을 이루기 위해서는 어떻게 해야 하는가에 대한 이해가 문제 해결에 있어서 중요한 열쇠가 되는 것이다. 게임에서는 많은 가능한 선택이 있기 때문에 논리적으로 게임에서의 문제를 해결하려면 다가능성(multiple possibility)의 체계적 이용능력이 발달해야 한다(Acredolo & Holobin, 1987; Anoshian, Hartman & Scharf, 1982; Bryant & Roazzi, 1992; Haake, Somerville & Wellman, 1980; Holobin & Acredolo, 1989; Wellman, Somerville & Haake, 1979). 이 같은 논의에 따르면 게임에서의 문제풀이는 연령에 따른 발달 차를 보일 것이라는 가정을 세울 수 있다. 반면, 확률론은 게임에서의 선택은 짐작(likelihood)에 의해 이루어지며 그 짐작은 게임의 경험이 많아지면서 강화될 뿐이라고 주장한다(Kingston & Klein, 1991; Zeaman & House, 1963). 이에 따르면 목표물을 찾는 작업이 논리발달에 의거하지 않으므로 새로운 경험에서, 예를 들면, 이제까지 보지 못했던 일정 컴퓨터 게임에서 연령에 따른 발달 차는 기대되지 않는다.

둘째, 컴퓨터 게임을 되풀이하는 동안 그 게임에서 요구되는 논리가 점점 발달하는가 하는 문제이다. 컴퓨터 게임은 아동들이 여러 번 반복하여 노는데 그 특성이 있다. 따라서 게임은 한 두 번 하고 마는 과제와는 달리 점차 익숙해져 감에 따라 게임규칙으로부터 추리의 발달이나 강화의 증가 증 적어도 어느 하나를 기대하게 된다. Ceci(1990)는 컴퓨터 활동 연구에서, 아동들로 하여금 조합논리를 이용하여 화면상의 여러 물체의 움직임을 추정하게 했을 때 물체가 추상적인 과제형식으로 보일 때보다 동물모양을 이용해 게임형식을 친근하게 느껴지게 했을 때 거의 완벽에 가깝게 그 조합 작업을 해냈다고 보고하였다. 본 연구는 추리게임에서의 선택경향과 학습에 있어서 개인차가 있을 것이라는 가정 하에 추리력을 이용하여 목적물을 찾는 게임에서 그 게임을 여러 번 되풀이하는 동안 논리적 추리가 증가하였는지에 대

해 추적하였다. 첫 번째 집단은 게임 결과는 운에 따른다고 믿으며 주어진 게임 정보와는 상관없이 임의로 선택 해나가는 집단이다. 따라서 이들의 게임성적은 우연에 의해 목적물을 찾을 수 있는 수준으로 기대된다. 두 번째 집단은 게임 정보로부터 목적물의 위치를 논리적으로 유추해 내는 집단으로 수집된 정보에 의거해 판단하고 선택할 것이다. 따라서 후자의 게임성적이 전자의 것보다 월등히 좋을 것으로 예상된다.

셋째, 컴퓨터가 전통적인 놀이기구와 달리 게임 행위에 어떤 영향을 미칠 것인가 하는 점이다. 컴퓨터를 교육적 목적으로 이용하는 것에 대해서는 여러 가지 상반된 입장이 공존하고 있다. 긍정적인 입장으로는 학습을 지속적으로 되풀이하게 하는 동기유발을 들 수 있다(Light, 1997; Littleton, Light, et al., 1998; Littleton, Ashman, et al., 1999; Noss & Hoyles, 1996; Sedighian, 1997). 반면 즉흥적이며 임의적인 사고를 부추길 수도 있다는 우려를 낳고 있다(Sanger, Wilson, Davids & Whitakker, 1997).

위와 같은 세 가지 연구 질문을 바탕으로 하여 본 연구는 컴퓨터게임과 전통적인 놀이 기구의 하나인 틀게임에서 아동의 사고력을 요하는 추리문제 해결을 비교하였다.

연구 방법

1. 피험자

런던 중심부 중산층이 사는 곳에 위치한 초등학교 두 곳에 각각 재학 중인 2학년과 5학년생을 대상으로 본 검사를 실시하였다. 본 검사에 참가한 2학년생은 총 32명으로 검사 당시 평균연령이 7년 4개월 (SD 4.01)이었으며 5학년생은 총 55명으로 그 당시 평균연령 10년 4개월 (SD 3.45) 이었다.

2. 검사도구

본 연구에서 사용하기 위한 컴퓨터 게임을 선정하기 위해 다음과 같은 두 가지 기준을 제시하였다. 첫째, 게임 구조 이해의 발달 변화를 조사하기 위하여 다양한 연령층에서 즐길 수 있어야 한다. 둘째, 교육용 프로그램인 문제풀이 성격을 띠어야 한다. 문제풀이 성격을 지닌 게임을 선정한 이유는 아동이 게임을 할 때 논리적인지, 게임 진행 시 의사결정에 고려된 사항은 무엇이었는지를 조사하는데 도움이 되기 때문이었다.

이 두 기준을 기초로 하여 교육용 프로그램으로 미국에서 시판되고 있는 사파리탐험(O'Brien, 1985) 게임 시리즈 중 '플라밍고 새를 찾아라'를 선정하였다. 이 게임은 25개의 카드 중에서 플라밍고 새가 숨어있는 위치(카드)를 찾아내는 간단한 추리게임 형식으로 되어있다. 화면에 쓰여진 규칙들은 다음과 같다.

Turn over a card to find the Flamingo. (플라밍고 새를 찾기 위해 카드 한 장을 뒤집으시오.)

If it's there, you win. (그 곳에 새가 있다면 당신은 이긴 것입니다.)

If the Flamingo touches your box sidewise, you are HOT. (당신이 뒤집은 카드의 면이 플라밍고 새가 있는 곳과 닿아 있다면 당신은 뜨거울 것입니다.)

If it touches your box cornerwise, you are WARM. (당신이 뒤집은 카드의 모서리가 플라밍고 새가 있는 곳과 닿아 있다면 당신은 따뜻할 것입니다.)

If they don't touch at all, you are COLD. (당신이 뒤집은 카드의 어느 부분과도 닿아 있지 않다면 당신은 차가울 것입니다.)

문제를 해결하기 위해서는 설명된 규칙에서 알 수 있듯이 단순히 카드를 뒤집어보는 것으로도 가능하지만 숨어 있는 플라밍고 새를 보다 효율적으로 찾기 위해서는 주어진 정보들로부터 새의 위치를 추론해내야만 한다.

위와 같은 게임을 직접 하기 위해서 컴퓨터와 게임 틀 두 기구가 각각 사용되었다. 각 게임기에는 가로 세로가 각각 5줄로 되어 있어 총 25 개의 정보가 풀 수 있도록 되어 있다.

1) 컴퓨터 (그림 1 참조)

컴퓨터를 이용하여 게임을 할 경우에는 애플 매킨토시 13 inch 모니터가 사용되었다. 화면에는 가로 세로 각각 5씩 총 25개의 카드가 하나의 커다란 사파리그림을 만들고 있으며 그 중 한 곳에 플라밍고 새를 감추고 있다. 또한 카드 하나를 클릭 하면 몇 초 동안 정보가 나타난 후 저절로 사파리 본래의 그림 한 조각으로 되돌아가게 되어 있다. 컴퓨터가 게임 틀과 다른 점은 컴퓨터에서는 그 게임에서 얻어보았던 정보들을 한번에 전부 볼 수 있도록 하는 점검 키(review key)가 있다는 것이다.

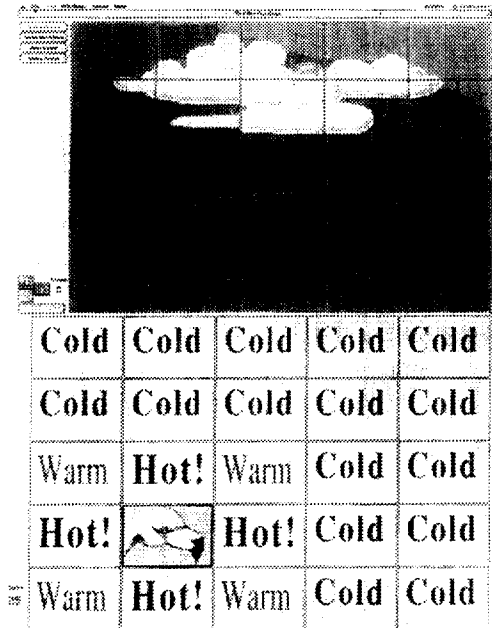


그림 1. 컴퓨터상의 '플라밍고를 찾아라' 사진

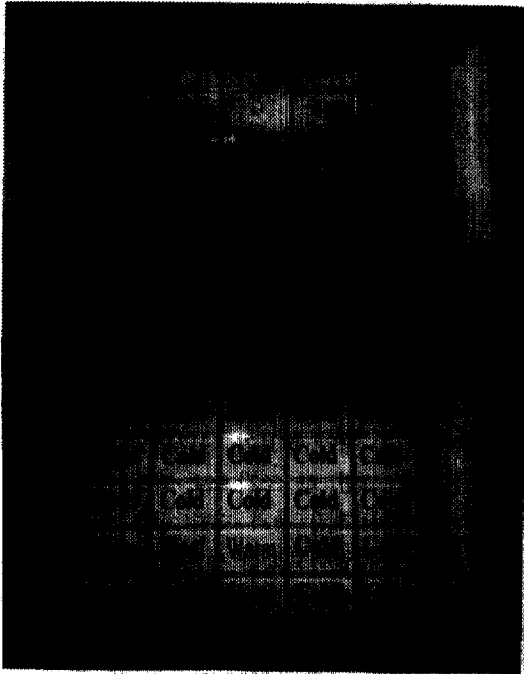


그림 2. 볼게임의 '플라밍고를 찾아라' 사진

2) 볼 (그림 2 참조)

게임 볼은 두 개의 층으로 이루어졌다. 위층은 컴퓨터게임에서와 같은 하나의 커다란 사파리그림으로 이루어진 총 25개 조각으로 나뉘어져 있다. 각 조각마다 아이들이 들었다 댄다 할 수 있도록 꼭지가 달려 있다. 아래층은 게임규칙에 맞게 나열된 정보지가 투명한 판에 들어 있으며 옆으로 넣었다 뺐다 할 수 있도록 되어 있다. 한번 선택된 위층의 조각은 그 게임이 진행될 동안 옆으로 치워놓았다.

3. 검사 절차

검사는 각 학교 안의 조용한 방에서 한 명씩을 대상으로 실시되었다. 검사 대상자들은 방에 들어온 순서대로 한 명은 computer를, 다른 한 명은 게임 볼을 사용하였다. 이 두 집단의 검사절차는 동

일하였다. 각 피험자들은 게임의 목적이 플라밍고를 찾는 것이라는 설명과 함께 검사자로부터 다음과 같은 부탁을 받았다.

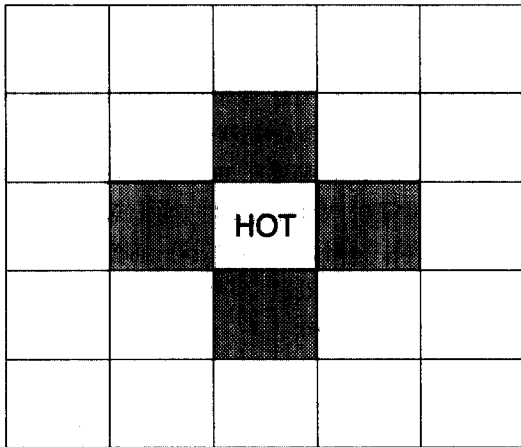
만약 게임 규칙을 따르면 찾는 일이 훨씬 쉬워질거야. 게임 규칙을 읽어줄래?

컴퓨터를 사용한 아동들은 화면에 쓰여진 규칙을, 게임 볼을 사용한 아동들은 종이에 쓰여진 규칙을 보고 읽었으며 규칙의 내용은 동일하였다 (검사도구에서 제시된 규칙 참조).

만약 검사 대상자가 읽는 데 어려움을 느끼는 것으로 판단되었을 때는 검사자가 규칙 읽는 것을 도와주었다. 규칙들을 읽고 난 후, 대상자들은 검사자에게 읽은 내용을 설명하도록 지시 받았다. 규칙을 이해하지 못했을 경우 검사자가 규칙들을 다시 설명해 주어 대상자가 규칙을 제대로 이해한 후 게임을 시작하도록 하였다. 대상자들은 각각 게임을 여덟 번 되풀이하여 실시하도록 지시 받았으며 매 게임마다 플라밍고가 숨겨진 장소는 달랐다.

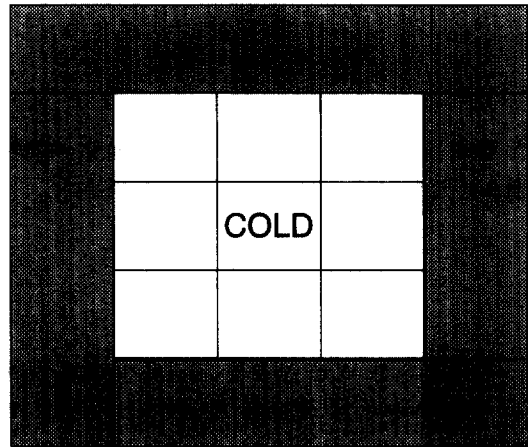
4. 측정 방법

검사 결과를 측정하기 위하여 두 가지 측정 방법이 사용되었다. 첫째, 피험자의 추리문제풀이 능력을 측정하기 위하여 게임이 끝날 때까지의 카드를 이동한 횟수를 계산하였다. 둘째, 각 정보가 다음 이동을 위해 정확하게 유추되었는가를 판단하였다. 이를 '정보추론' 분석방법이라 한다. 정확한 유추는 목표물이 있음직한 지역으로의 이동을 의미한다. 예를 들어, HOT의 정확한 유추는 이전에 선택한 카드와 상하좌우로 접한 곳 중 한 곳으로의 이동이고 (그림 3 참조) WARM의 정확한 유추는 대각선으로 접한 곳 중 한곳으로의 이동을 의미한다 (그림 4 참조). 같은 맥락에서 COLD의 정확한 유추는 이전에 선택한 카드와 접하지 않는 곳 중 어느 한 군데로 이동하는 것이다 (그림 5 참조).



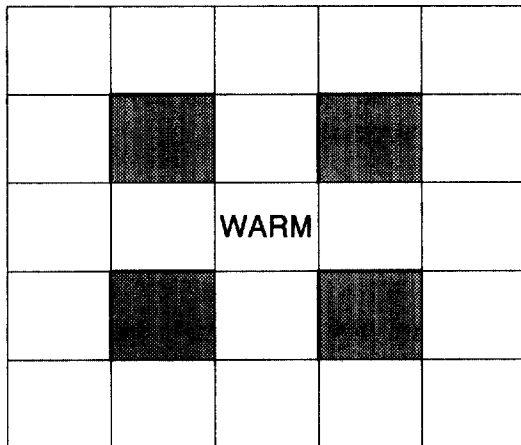
■ HOT으로부터 정확한 추리 영역

그림 3. HOT으로부터 정확한 추리



■ COLD로부터 정확한 추리 영역

그림 5. COLD로부터 정확한 추리



■ WARM으로부터 정확한 추리 영역

그림 4. WARM으로부터 정확한 추리

결 과

본 연구의 결과는 게임에서의 검사 대상자의 카드 이동 횟수 분석, 선택 양상 분석, 개인차와 학습을 순서대로 다음과 같이 제시하였다.

1. 이동 횟수 분석

1) 유연수준의 반응범주

우선 검사 대상자가 게임규칙을 이해하고 이동 장소를 선택하는데 있어서 그 이해한 것을 적용했는지 알아보기 위하여 유연 수준에서 목표물을 찾을 수 있는 반응범주를 규정하였다. 즉, 검사 대상자가 게임규칙으로부터 추리를 하여 카드를 이동했는지 아니면 임의로 이동했는지를 판단하기 위해 유연수준의 반응범주를 정하였다. 만약 대상 아동이 게임규칙으로부터 추리를 했다면 목표물을 찾는데 우연으로 찾는 수만큼의 장소이동을 하지 않았을 것이라 가정할 수 있다. 이에 따라 세 수학적 가정을 세웠다. 첫째, 각 장소(카드)가 뽑힐 확률은 같다. 둘째, 목표물을 찾을 때까지 움직인 횟수(이동 횟수)는 1에서 25까지 동일한 분포를 가지고 있다.

$$\text{평균} = \frac{(25+1)}{2} = 13$$

$$\text{분포} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{25} = 52$$

셋째, 게임을 여러 번 할 경우 성공할 때까지 필요한 평균 이동 횟수는 정상분포를 따른다.

$$\text{분포} = \frac{52}{\text{게임수}}$$

우연에 의한 성공 범주를 결정하기 위해서 이동 횟수의 평균 및 분포와 게임횟수를 가지고 일방검증 normal-test를 하였다. 그 결과 총 8회의 게임을 할 경우에는 99%의 신뢰도, 총 4회의 게임을 할 경우에는 95%의 신뢰도를 갖는 7.07로 결정되었다. 만약 한 아동의 8게임의 이동 횟수 평균이 7.07과 같거나 그보다 작으면, 그 아동이 임의로 카드를 움직였다는 가설을 부정할 수 있다. 이는 카드 이동(선택)에 있어서 무엇인가를 기준으로 하여 움직였다는 증거가 될 수 있는데 여기서는 이를 게임 정보와 게임 규칙 사용으로 간주하였다.

본 연구에서 게임에 참가한 아동 개개인의 8게임의 평균 이동 횟수를 계산한 결과 87명의 아동 중 61명이 우연수준의 반응범주보다 덜 움직인 것 ($\chi \leq 7.07$)으로 나타났다. 따라서 대부분의 대상자가 목표물을 찾는데 게임정보를 이용했다고 판단

된다.

연령에 따른 규칙사용을 알아보기 위해 각 연령집단에서의 평균 이동 횟수가 7.07보다 적게 나타난 아동의 수를 조사하였다. 그 결과 32명의 7세 아동 중 13명이, 55명의 10세 아동 중에서는 48명이 우연수준의 반응범주보다 적게 움직인 것으로 나타났다. 이러한 연령집단간 피험자 비율은 통계적으로 의미 있는 차이를 보여 주었다($\chi^2=4.07$, d.f.=1, $p<.05$).

2) 이동횟수에서의 게임기구와 성별차이

각 게임기구 사용에 따른 차이와, 또 성별간의 차이를 보기 위해 각 집단의 평균 이동 횟수를 계산하였다 (표 1 참조).

대상자 전체 평균 이동 횟수의 분포가 정상분포를 이루지 않았으므로 Mann-Whitney test를 사용하여 각 집단간의 차이를 살펴보았다. 그 결과 게임기구사용에 따른 차이($z=-.77$, $p>.05$) 뿐 아니라 성별간의 차이($z=-1.27$, $p >.05$) 모두 통계적으로 무의미한 것으로 나타났다.

3) 측정의 신뢰도

피험자의 문제 해결 능력을 알아보기 위해 측정한 이동 횟수의 신뢰도를 평가하기 위하여 홀수 번째 게임(첫 번째 게임, 세 번째 게임, ...)의 평균 이동 횟수와 짝수 번째 게임(두 번째 게임, 네

표 1. 각 연령, 게임기구와 성별 간 평균 이동 횟수

	7세		10세		합 계
	컴퓨터	틀	컴퓨터	틀	
	n=16	n=16	n=25	n=30	N=87
여자	10.55 (4.70)	10.92 (4.70)	6.00 (2.91)	8.08 (4.35)	8.08 (4.35)
남자	8.29 (4.52)	9.86 (4.40)	5.03 (2.24)	6.44 (3.52)	6.44 (3.52)
합계	9.87(4.49)		5.58(2.58)		7.16(3.97)

* () 표준편차

번째 게임, ...)의 평균 이동 횟수의 상관관계를 계산하였다. 이 두 평균점수사이에는 통계적으로 유의미한 상관관계가 있음이 밝혀졌다($\rho=.634$, $p<.001$).

2. 선택 양상 분석

카드이동이 주어진 정보를 바탕으로 한 정확한 추론에 의한 것이었는지 알아보기 위해 '정보추리' 분석 방법을 사용하였다. 정보추리에서는 바로 전에 주어진 정보에 기반 하여 각 이동의 맞고 틀림이 결정되었다. 각 이동은 이동 장소에 따라 세 가지로 나누어졌다; 상하좌우로 접한 곳 중 한 군데로의 이동, 대각선으로 접한 곳 중 한 군데로의 이동, 그리고 접하지 않은 곳으로의 이동, 총 여덟

표 2. 각 정보를 바탕으로 한 세 영역으로의 이동 퍼센트

	상하좌우	대각선	비근접
HOT	89.1	5.9	5.1
WARM	39.1	51.0	9.7
COLD	25.9	9.2	64.9

게임에 걸쳐 각 정보가 얻어진 경우 횟수와 정확하게 유추된 경우의 횟수가 계산되었다. 각 검사 대상자가 얻은 세 가지(HOT, WARM, COLD)정보의 횟수가 각기 다르기 때문에 추리 비율로 계산되었다. 표 2는 각 정보를 바탕으로 한 세 영역의 이동 비율이 각기 다를 것을 보여 주고 있다. 표 2에서 알 수 있듯이 HOT이라는 정보를 보고 난 후 대부분의 아동들은 근접해 있는 상하좌우 중 한

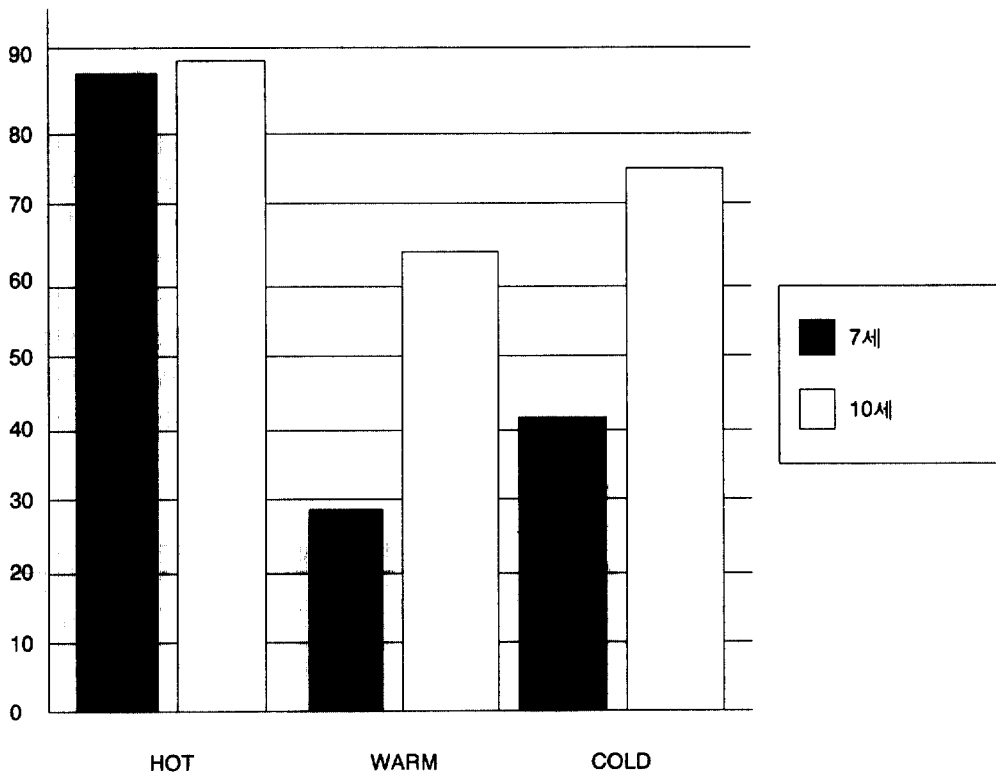


그림 6. 두 연령그룹의 정보추론 퍼센트

군데로 이동하였다. 이는 HOT이라는 정보를 이용하는 추리 능력이 뛰어났음을 보여주고 있다. WARM이라는 정보를 접한 대부분의 이동이 접해 있는 면의 상하좌우 이동이나 대각선 이동을 하였으며 접하지 않은 부분으로의 이동은 상대적으로 매우 적었다. 이는 아동들이 WARM을 방향감각 없이 근접부분으로의 이동으로만 여기고 있음을 암시한다. COLD를 보고는 대부분 근접하지 않은 곳으로 이동하였다.

HOT, WARM, COLD의 정보추론 비율의 분포는 정상분포를 따르지 않으므로 정보추론사이의 통계적인 차이를 보기 위해 HOT과 COLD, COLD와 WARM간의 차이에 대해 각각 Wilcoxon matched-pair test를 실시하였다. 그 결과 HOT과 COLD간 ($Z=-6.34, p<.01$), COLD와 WARM간($Z=4.70, p<.01$)에는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 아동들은 COLD보다는 HOT을, 그리고 WARM보다는 COLD를 높은 비율로 정확하게 이용하였다.

연령별 각 정보의 이용을 보기 위해 연령에 따른 정보추론 비율을 조사하였다. 그림 6은 두 연령집단의 정보추론 비율을 보여주고 있다. 7세 아동들 과반수 이상이 WARM과 COLD의 정보를 제대로 이용하지 못하였다. 10세 아동들은 7세 아동들보다 두 정보의 이용비율이 훨씬 높았으나 HOT의 이용비율만큼은 되지 않았다. 연령에 따른 HOT, WARM, 그리고 COLD로부터의 정보추론의 차이를 통계적으로 검증하기 위해 Mann-Whitney test를 각 정보마다 실시하였다. 10세 집단이 WARM($Z=4.86, p<.01$)과 COLD($Z=5.55, p<.01$)의 정보 이용에서 통계적으로 유의미한 결과를 보여주었다. WARM은 HOT과 같이 목표물의 존재가 가능한 장소들을 알리고 있으나 목표물과의 대각선의 관계를 나타내고 있다. 이러한 대각선의 관계로 인하여 때문에 7세 아동들은 WARM의 이용에 어려움을 보인 것으로 추측된다. 한편, COLD는 목표물이 없는 장소들을 제시하고 있는데 이는 체계적인 다수의 불가능을 제시하는 단서의 이용이 가능을 제시하는 단서의 이용(HOT)보다 높은 발달

단계를 요구하고 있음을 (Piaget & Garcia, 1991) 보여주고 있다고 할 수 있다.

3. 개인차와 학습

게임성적은 게임 시작 전부터 존재하는 개인의 문제해결력에 기인하는지, 또한 문제해결력은 게임을 되풀이 하면서 향상될 수 있는지를 분석했다. 우선 게임에서 나타나는 문제해결력차를 분석하기 위해서, 학습의 기회가 주어진 후 게임행위의 양상이 게임초반부터 이미 존재했었는지를 살펴보는 후진학습곡선(backward learning curves)이 사용되었다. 이 방법은 게임 후반부의 반응 결과를 기준으로 하여 두 집단으로 나눈 후 그들의 반응을 초반 게임으로부터 마지막 게임까지 조사하는 것이다(Zeaman & House, 1963). 게임 전반부 반응으로 집단을 구분한 후 학습 진행을 알아보는 전진학습곡선(forward learning curve)에서 나타나는 학습속도차와는 또 다른, 개인에게 학습 전 이미 내재한 문제해결력을 분석하는 방법이다. 후반부 4 게임에서의 평균 이동 횟수를 기준으로 하여 두 집단, 게임성적이 좋은(잘하는) 집단과 나쁜(못하는) 집단으로 나누었다. 이미 전장에서 언급한 방법을 사용하여 우연수준의 반응범주를 설정하였다. 즉, 4 게임을 통해 95% 신뢰도를 갖는 7.07로 범주를 잡았다. 그리하여 후반 4 게임의 평균이 7.07보다 작으면 '잘하는' 집단으로 간주하였으며 7.07보다 크거나 같으면 '못하는' 집단으로 간주하였다.

표 3. 집단별의 참여자 수 및 평균 이동 횟수

나이	집단	피험자수	평균이동 횟수(표준편차)
7세	잘하는	13	6.2(2.48)
	못하는	19	12.4(3.78)
10세	잘하는	48	4.7(0.96)
	못하는	7	11.4(2.84)

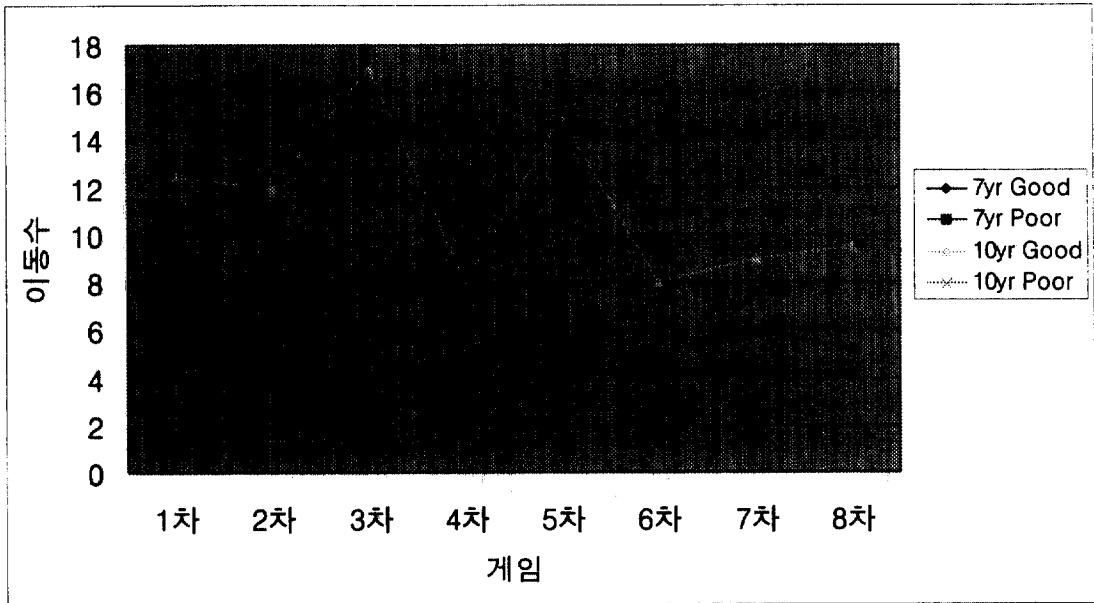


그림 7. 개인차그룹의 각 게임에서의 이동수

표 3은 각 집단별의 피험자 수와 평균 이동 횟수를 보여주고 있다. 그림 7은 각 집단별 학습곡선을 보여주고 있다. 각 연령집단에서 나중 게임에서 우연 반응 범주에서의 이동 횟수를 보인 피험자들은 초반부 게임에서부터 성적이 나빴음을 알 수 있다. 반면, 잘하는 집단은 시작부터 못하는 집단보다 그 게임 성적이 나왔다. 이는 개인차가 게임 시작 전부터 이미 존재했음을 암시하며 게임 성적이 개인의 문제해결력에 기인함을 증명한다.

7세의 못하는 집단은 8게임을 통해 성적이 향상되지 않았다. 10세의 못하는 집단의 불안정한 곡선은 피험자 수가 적은 것에 기인하는 것으로 보이며 10세의 못하는 집단은 7세의 잘하는 집단보다 전체게임 성적이 떨어진 것으로 나타났다.

게임 전반부와 후반부 사이에 학습의 효과로 게임성적에 변화가 있었는가를 보기 위해 첫 번째에서 네 번째 게임까지와 다섯 번째 게임에서 여덟 번째 게임까지 두 부분으로 나누어 살펴보았다. 이동시 정규분포를 따르지 않았으므로 Wilcoxon

signed-rank test를 적용했다. 이 두 부분의 평균 이동 횟수는 통계적으로 유의미하였다($Z=-2.32$, $p<.05$). 이는 같은 게임을 되풀이하면서 게임에 내포된 추리 문제를 풀어나가는 논리적 문제해결능력이 증가한 것으로 해석될 수 있다. 선행 연구들 역시 같은 문제 연습을 반복할수록 문제해결의 숙달정도가 증가한 것으로 보고하였다(예, Case, 1985; Ceci, 1990).

논 의

본 연구의 주제에 관련해 결과들을 설명하고, 이후 이 결과들이 갖는 연구방법에의 시사점에 대해 토의하기로 한다. 첫째, 연령에 따른 컴퓨터 게임 성적에서 차이가 나타났다. 이는 목표물을 찾는 데 다수의 가능(multiple possibility)과 다수의 불가능(multiple possibility)내용의 정보를 이용할 줄 아는 논리적 추리 능력이 나이에 따라 발달함하고 있음

을 보여 주고 있다. 본 검사 대상자들의 나이(6세~10세)와 거의 비슷한 연령층에 있는 아동을 대상으로 논리적 관계 이해를 살펴 본 연구들에서도 역시 이러한 연령에 따른 발달차를 보고하였다 (Bynes & Overton, 1983; Markovits, Fleury, Quinn & Venet, 1998; Markovits, Schleifer & Fortier, 1989; Piaget & Garcia, 1991; Pieraut-Lebonniec, 1980; Scholick & Wing, 1995). 우연히 목표물을 찾을 수 있는 이동 횟수보다 통계적으로 적은 이동을 한 아동들은 게임을 문제해결 방식으로 접근하여 게임 규칙과 관련된 게임 정보를 이용함으로써 목표물의 위치를 추리해냈음이 분명하다. 플라밍고 게임에서 짐작만으로 이동하기에는 이동 가능한 장소가 너무 많다. 따라서 이러한 결과는 단지 짐작만으로 게임을 한다는 확률론보다 문제를 이해하고 이동의 결과를 계산한다는 구성주의론이 이들의 게임행위를 더 잘 설명해 주고 있다는 것을 의미한다.

둘째, 게임의 전반부에 개인차가 이미 존재하고 있음이 분명히 보여졌다. 후반부 게임에 좋은 결과를 보인 아동들은 첫 게임부터 좋은 성적을 보인 아동들이었고 후반부 게임 결과가 나빴던 아동들은 처음부터 성적이 좋지 않았음이 나타났다. 왜 어떤 아동은 게임규칙과 정보로부터 목표물을 유추해내는데 비해 어떤 아동은 그렇지 못한 것일까? 이 차이는 목표물의 가능한 장소들과 불가능한 장소들은 제외하는 조작논리에 기인하는 것으로 생각된다. 즉 다수의 가능과 불가능을 각각 포함하고 제외하는 조작논리가 아동의 게임구조의 이해를 촉진시키며 이러한 논리가 발달한 아동이 게임을 성공적으로 할 수 있다고 보는 것이다.

셋째, 아동의 추리 문제 해결능력이 게임을 되풀이하는 사이에 증가한 것으로 나타났다. 이 결과는 되풀이하고 되풀이해서 노는 컴퓨터 게임의 특성을 심분 활용하여, 학습할 내용을 내재화한 컴퓨터 게임을 통한 학습의 무궁무진한 가능성을 보여주었다. 이러한 게임은 아동에게 일정 개념 또는 논리를 동화할 기회를 제공하기 때문에 아동

들은 게임을 통해 새로운 개념과 논리를 배울 수 있는 기회를 갖게 된다. 따라서 개념과 논리구조가 아동의 이해정도보다 조금 앞선 게임을 선택하는 것도 좋은 방법이 될 것이다.

넷째, 놀이기구의 차이는 아동의 문제풀이 해결 능력에 어떤 효과도 가져오지 않았다. 그러나 주목할만한 점은 아동들은 이 게임을 컴퓨터에서 하는 것을 선호하였다는 것이다. 게임규칙과 정보를 이용하여 목적물을 찾는 문제를 제대로 풀 줄 모르는 아동들도 컴퓨터 게임에 만족과 흥미를 가지고 있음을 보여 주었다. 이러한 현상은 컴퓨터 사용이 학습의 동기화에 긍정적인 효과를 가져오므로 컴퓨터를 사용해야 한다는 주장(Cox, 1997; Silvern, 1986)을 뒷받침하고 있다.

본 연구의 이 같은 결과들은 컴퓨터 게임에서의 아동의 추리와 학습을 어떻게 분석할 것인가 하는 방법론에 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

첫째, 본 연구는 게임 놀이 분석이 게임을 하는 사람과 게임 정보 두 곳에 초점을 두고 이루어졌다. 먼저 게임규칙으로부터 추리를 이끌어내는 사람에게 초점을 두었다. 게임을 하는 사람이 게임을 문제해결과제로 보는가 운에 따르는 것으로 보는가, 또 목표물의 위치를 얼마나 정확하게 추리하여 내는가에 대해 살펴보았다. 다음으로는 게임에서 주어지는 정보, 즉 각 정보들이 목표물의 위치를 추론해내는데 얼마나 정확하게 이용되었는지에 초점을 맞추었다. 이렇게 두 가지 측면에서 모두 접근한 것은 추리게임을 더욱 포괄적으로 설명하는데 기여하였다고 할 수 있다.

둘째, 운으로 목표물을 찾을 수 있는 범주를 설정하였다. 운으로 목표물을 찾는다는 이동이 몇 번 정도면 될까? 만약 게임규칙을 사용한다면 게임기 안의 평균 장소 수만큼의 이동이 필요하지는 않을 것이다. 운으로 목표물을 찾지 않았다고 확실히 말할 수 있는 이동 횟수를 결정하기 위해 평균 13(장소가 25군데이므로)과 게임 사용 횟수(degree of freedom)를 가지고 normal test를 하였다. 평균 이동 횟수가 7.07과 같거나 작으면 문제 해

결에 있어서 운에 따르는 것이 아니라 게임 규칙 사용 같은 어떤 다른 요인이 있었다고 확실히 이야기될 수 있다.

셋째, 문제해결력 분석은 두 차원에서 이루어졌다. 하나는 연령차에 따른 분석이며 다른 하나는 같은 연령집단 안에서의 개인차에 관한 연구이다. 같은 연령 내의 개인차 연구는 각 연령별 게임 후반부 성적으로 두 집단으로 나눈 후 게임 초반부터의 성적을 알아보는 방법을 썼으며 7세의 잘하는 집단이 10세의 못하는 집단보다 게임 성적이 훨씬 우수함을 알아냈다. 또한 대다수의 7세 아동은 처음 4게임 후에야 비로소 게임규칙을 사용하기 시작한 반면 대부분의 10세 아동들은 게임 초부터 높은 문제해결력을 보여 주었다. 이러한 개인차 연구는 각 연령층의 평균이 설명하지 못하는 문제풀이의 다양성을 알아보는 방법을 제공하였다.

넷째, 게임과정에서 나타난 정보사용을 게임 규칙과 연결 지어 분석하였다. 게임을 하는 아동이 게임규칙으로부터 추론해 나갔다면, 그들의 선택은 정보가 의미하는 것들과 일치했을 것이다. 예를 들어, 플라밍고 게임에서 HOT를 봤다면, 올바른 다음 선택은 바로 이전에 선택한 카드와 접해 있는 상하좌우 장소 중 하나였을 것이다. 만약 WARM을 봤다면 대각선으로 맞닿는 장소의 한군데로 이동해야 맞을 것이다. 만약 게임규칙에 대한 개념이 없었다면 목표물과 정보와의 관계에 대해 설명한 게임규칙과는 아무 관계없이 임의로 움직여 갔을 것이다. 그렇기 때문에 게임행위의 분석은 정보와 관련된 선택에서 이루어져야 한다. '정보추론' 분석방법은 바로 전에 주어진 하나의 정보를 추론의 근거로 삼기 때문에 검사 대상자가 그 정보의 의미를 이해하지 못해서가 아니라 한 단계 더 나아간 전략으로 목표물이 존재할 가능한 영역 밖으로 움직여나갈 경우를 설명하지 못하는 약점을 가지고 있다. 그러나 이러한 약점에도 불구하고 정보추론 분석방법은 검사 대상자들이 정보와 게임규칙간에 관계를 규정했는가를 보여주고

있다. 즉, 이러한 방법은 전반적인 추리 문제 풀이 능력을 측정하는 이동 횟수 측정으로는 불가능한, 아동이 어떤 개념을 학습했는지를 보여줄 수 있다. 이동 횟수 측정과 정보추론 방법의 사용은, 행위는 목적과 관련해 효율성, 유용성 측면에서 평가되어야 한다는 Piaget의 주장과 같은 맥락에서 이해될 수 있다(Piaget & Garcia, 1991, p.4).

본 연구는 추리게임을 하는데 있어서 연령에 따른 발달과 개인차, 그리고 학습을 분석하는 방법을 모색하였다. 이러한 접근방법은 아동이 컴퓨터를 이용해 어떻게 생각하고 배우는가를 측정해야 한다는 연구가들의 의견을 바탕으로 이루어졌다(Light, 1997; Littleton & Light, 1999; Sanger, Wilson, Davies & Whitakker, 1997; Squires & McDougall, 1994; Wood, 1998). 교육자가 학습도구로 게임을 쓰기를 원한다면 사용하고자 하는 특정 게임에 대한 보다 자세한 연구를 해야 할 것이다. 따라서 각 교육용 프로그램이 어느 측면에서 유용하며 또한 현장에서 어떠한 개념들을 학습하기 위해 쓰여지고 있는지에 대한 더욱 많은 연구를 기대한다.

참고문헌

- Acredolo, C., & Horobin, K. (1987). Development and relational reasoning and avoidance of premature closure. *Developmental Psychology*, 23, 13-21.
- Anooshian, L. J., Hartman, S. R., & Scharf, J. S. (1982). Determinants of young children's search strategies in a large-scale environment. *Developmental Psychology*, 18, 608-616.
- Bryant, P. E., & Roazzi, (1992). Children's understanding of equivalencies. Paper presented in the *Biannual European Developmental Psychology Conference*.
- Byrnes, J. P., & Overton, W. F. (1988). Reasoning about Logical Connectives: A Developmental

- Analysis. *Journal of Experimental Psychology*, 46, 194-218.
- Case, R. (1985). *Intellectual Development: A Systematic Reinterpretation*. New York: Academic Press.
- Ceci, S. (1990). *On intelligence - more or less: a bio-ecological theories of intellectual development*. New York: Prentice Hall.
- Colman, A. (1982). *Game theory and experimental games*. Pergamon Press.
- Cox, M. J. (1997). *The effect of Information Technology on Students' Motivation*. Final Report. King's College London.
- Davis, M. D. (1970). *Game theory: A nontechnical introduction*. New York: Basic Books.
- Haake, R. J., Somerville, S. C., & Wellman, H. M. (1980). Logical ability of young children in searching a large-scale environment. *Child Development*, 51, 1299-1302.
- Horobin, K., & Acredolo, C. (1989). The impact of probability judgements on reasoning about multiple possibilities. *Child Development*, 60, 183-200.
- Kingston, A., & Klein, R. (1991). Combining shape and position expectancies: Hierarchical processing and selection inhibition. *Journal of Experimental Psychology*, 17, 2, 512-519.
- Light, P. (1997). Computers for learning: Psychological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 38, 5, 497, 504.
- Littleton, K., Ashman, H., Light, P., Artis, J. R., Roberts, T., & Oosterwegel, A. (1999). Gender task contexts, and children's performance on a computer-based task. *European Journal of Psychology of Education*. 16, 129-139
- Littleton, K., & Light, P. (1999). *Learning with computers: Analyzing productive interaction*. Rutledge. London and New York.
- Littleton, K., Light, P., Jointer, R. Messer, D., & Barnes, P. (1998). Gender, task scenarios and children's computer-based problem solving. *Educational Psychology*, 18, 3, 327-40.
- Manktelow, K. I., & Overton, D. E. (1990). Development of elementary deductive reasoning in young children. *Developmental Psychology*, 25, 5, 787-793.
- Markovits, H., Fleury, M., Quinn, S., & Venet, M. (1998). The development of conditional reasoning and the structure of semantic memory. *Child Development*, 69, 3, 752-755.
- Markovits, H., Schleifer, M., & Fortier, L. (1989). Development of elementary deductive reasoning in young children. *Developmental Psychology*, 25, 5, 787-793.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: learning cultures and computers*. Kluwer academic publishers.
- O'Brian, D. P., & Overton, W. F. (1982). Conditional reasoning and the competence-performance issue: A developmental analysis of a training task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 34, 274-290.
- Piaget, J. (1932). *The Moral Judgement of the Child*. London: Routledge Kegan Paul.
- Piaget, J. (1951). *Play, Dreams, and Imitation in Childhood*. London: Routledge Kegan Paul.
- Piaget, J., & Garcia, R. (1991). *Towards a Logic of Meaning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pieraut-LeBonniec, G. (1980). *The development of modal reasoning: Genesis of necessity and possibility notions*. New York: Academic Press.
- Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzell, C. D., & Whitehill, B. V. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: a review of recent research. *Simulation and Gaming*, 23, 3,

261-276.

- Rapoport, A. (1990). Psychological dimensions of war. In B. Glad (Ed.), *Violence, Cooperation, Peace*. Sage publications, CA, US.
- Sanger, J., Wilson, J., Davies, B., & Whitakker, R. (1997). *Young children, videos & Computer games*. The Falmer Press.
- Scholnick, E. K., & Wing, C. S. (1995). Logic in conversation: comparative studies of deduction in children and adults. *Cognitive Development*, 10, 319-345.
- Sedighian, K. (1997). Challenge-driven learning: A model for children's multimedia mathematics learning environments. *ED-MEDIA '97: world Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*, Calgary.
- Silvern, S. B. (1986). Classroom use of video games. *Educational Research Quarterly*, 10, 10-16.
- Squires, D., & McDougall, A. (1994). *Choosing and Using Educational Software: A Teacher's Guide*. The Falmer Press.
- Thornton, S. (1995). *Children Solving Problems*. Harvard University Press.
- Tudge, J., & Winterhoff, P. (1993). Can young children benefit from collaborative problem solving? Tracing the effects of partner competence and feedback. *Social Development*, 2, 242-259.
- Walford, R. (1995). A quarter-century of game and simulation in geography. *Simulation and Gaming*, 26, June, 236-248.
- Wellman, H. M., Somerville, S. C., & Haake, R. J. (1979). Development of search procedures in real-life spatial environments. *Development Psychology*, 15, 530-542.
- Wood, D. (1998). *How Children Think and Learn: The Social Context of Cognitive Development* (2nd ed.). Blackwell Publishers Ltd.
- Zeaman, D., & House, B. J. (1963). An attention theory of retardate discrimination learning. In N. R. Ellis (Ed.), *Handbook of Mental Deficiency: Psychological Theory and Research*. New York: McGraw-Hill.

An anlysis of problem solving in a computer game context

Seonju Ko

Institute of Education,
University of London

Hye-Jeong Baek

Sungkyunkwan University

This study explored ways to analyze gains in childrens cognitive skills through playing computer games. 87 children aged from 7 10 years participated in a computer game called Find the Flamingo, one of Safari Search series (OBrien, 1985). The game consisted of a set of rules, given with affirmative and negative if-then statements. Development, individual differences and learning were found in children's inferential game play. It was also found that there were already different play patterns from the beginning of the games between the good problem solvers and the random guessers. Discussions were made on the methods for analysis of computer game activity.