

컴퓨터 프로그래밍 학습에서 논리적 사고력 측정도구의 개발과 타당화 연구

이좌택[†] · 이상봉^{††}

요 약

그 동안의 연구는 프로그래밍 학습이 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보기 위해, 프로그래밍 학습 후 일반적이고 포괄적인 측면에서 논리적 사고력을 측정하는 표준화된 검사를 이용하여 왔다. 지능은 영역이 서로 독립적이며, 분야별로 독립적으로 작용한다는 측면에서 볼 때, 일반적이고 포괄적인 논리적 사고력을 측정하는 표준화된 검사도구로 특정분야에서 요구하는 논리적 사고력을 측정하는데 한계가 있다. 이에 국·내외 표준화된 검사지 분석을 통하여 컴퓨터 프로그래밍과 관련성이 있고, 인지 발달 수준에 적합한 논리적 사고와 이의 하위요인을 추출하고 개발절차 모형에 따라 동형의 논리적 사고 검사 I, II를 개발하였다. 이후 개발된 논리적 사고 검사지에 대한 검증결과 동형의 논리적 사고 검사지임이 밝혀졌다. 개발된 검사지는 프로그래밍 학습이 논리적 사고와 이의 하위논리에 미치는 영향을 규명하는 데 이용될 수 있다.

키워드 : 논리적 사고, 프로그래밍

A Study on the Development and Verification of a Logical Thinking Ability Measuring Tool in Computer Programming Learning

Joataek Lee · Sangbong Yi^{††}

ABSTRACT

Previous researches on the effect of programming learning upon logical thinking ability have used a standardized test to measure logical thinking ability in the general and comprehensive aspect after programming learning. Considering that the areas of intelligence are separated from one another and work independently, the existing standardized tool to measure general and comprehensive logical thinking ability has a limitation in measuring a logical thinking ability required at specific areas. Thus this study extracted logical thinking and its sub-factors related to computer programming and suitable for the level of cognitive development through analyzing standardized test sheets at home and abroad, and developed logical thinking test I and II of the same form according to a development procedure model. The result of verifying the developed logical thinking tests proved that the two tests are logical thinking tests of the same form. The developed tests can be utilized in identifying the effect of programming learning upon logical thinking and its sub-factors.

Keywords : Logical thinking, Programming

1. 서 론

지능은 계발될 수 있으며, 논리적 사고를 계발한

다는 것은 지능의 특정영역에 관한 사고를 계발한
다는 것을 의미한다. 프로그래밍은 논리(logic)에
바탕을 두고 있으므로, 프로그래밍 수행과정에서
학습자는 복잡한 인지기능을 사용하게 된다. 학생
들이 프로그래밍을 통하여 문제를 해결하기 위해

[†] 정 회 원: 한국교원대학교 기술교육과 박사과정

^{††} 정 회 원: 한국교원대학교 기술교육과 교수(교신저자)

논문접수: 2004년 6월 24일, 심사완료: 2004년 7월 15일

서는 체계적인 접근에 의해 규칙을 찾아내고, 논리적 흐름을 고려한 프로그래밍과 오류를 수정하는 일련의 과정에서 끊임없이 인지체계의 조정을 요구하기 때문에 학습자의 인지발달에 영향을 미치게 된다[16][17].

그 동안의 연구[4][6][7][13]는 프로그래밍 학습이 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보기 위해, 프로그래밍 학습 후 일반적이고 포괄적인 측면에서 논리적 사고력을 측정하는 표준화된 검사를 이용하여 왔다.

지능은 영역이 서로 독립적이며, 분야별로 독립적으로 작용한다[18]는 측면에서 볼때, 논리적 사고가 뛰어난 것으로 평가되었다라도 그 사고 기능이 수학 문제를 해결할 때와 언어를 활용하여 창작할 때 각기 다르게 작용한다는 것이다. 따라서 일반적이고 포괄적인 논리적 사고력을 측정하는 표준화된 검사도구로서는 특정분야에서 요구하는 논리적 사고력을 측정하는데 한계가 있다.

프로그래밍 학습 후 일반적인 논리적 사고 검사 도구를 이용하여 측정하기보다는 컴퓨터 프로그래밍과 관련성이 있고, 인지발달 수준에 적합한 논리적 사고와 그 하위요인별 문항을 개발하는 것이 적절하다. 이에 형식적 조작기에 도달한 중·고등학교 학생을 대상으로 한 프로그래밍 학습이 논리적 사고와 이의 하위논리에 어떠한 영향을 주는가를 측정하기 위한 동형검사도구의 개발이 절실히 요구된다.

2.. 논리적 사고의 지적 특성과 하위요인

2.1 논리적 사고의 개념

논리는 논리학에서 체계적으로 다루어진다. 논리학은 합리적 필연성에 의해 결론에 도달하는 타당한 추론의 학문이다. 논리학의 관심은 인간의 추리 능력에 있다. 추리한다는 것은 이미 알고 있는 어떤 사실들을 바탕으로 새로운 사실들을 알아내는 방법이다. Piaget는 인간 지능의 근간을 사고로 보고, 그 사고는 문제해결 과정에서 해답을 만들어 내는 지적 조작으로 규정하였다[14]. 논리적으로

사고한다든지 추리를 한다는 것은 사람의 마음속에서 일어나는 어떤 현상이며 논리적 관계를 파악하는 것을 의미한다.

논리적 사고는 귀납적-연역적 추리와 관련되며, 보다 넓은 비판적 사고 속에 포함된다고 볼 수 있다[2][12]. 협의의 논리적 사고는 전통적인 논리학의 근간이 되는 사고로서, 논증에 있어 형식 논리에 중점을 두고 있는 것으로, 광의의 논리적 사고는 사고의 형식적 측면을 기초로 하여 사고 내용의 타당성 여부를 고려하는 비판적 측면이 부가되는 정신 능력[1]로 보았다.

이상의 논의를 통해 살펴본 결과, 논리적 사고력의 개념에 대한 학자들간의 합의된 의견일치를 도출해 내기는 힘들지만, 논리적 사고력은 비판적 사고의 협의의 개념으로 추리능력을 의미하며, 비판적 사고는 어떤 주장이나 정보에 대한 타당한 가치를 판단하기 위해 객관적으로 분석하는 능력으로 논리적 사고의 포괄적인 개념으로 볼 수 있다. 결국 논리적 사고력은 사상(event)들 간의 관계, 모순 등 일련의 규칙을 타당성(validity)에 그 준거를 두고 사고하는 추리능력[3][8]이라 말할 수 있다. 본 연구에서 광의의 개념에서의 논리적 사고력보다는 협의의 개념인 Piaget의 인지이론에 기반한 논리적 사고력의 측면에서 접근하고자 한다.

2.2 Piaget의 인지이론과 논리적 사고의 하위변인

Piaget는 인간 지능의 근간을 사고로 보고, 그 사고는 문제해결 과정에서 해답을 만들어 내는 지적 조작으로 규정하였다[14]. 인지란 전통적으로 사고, 이해, 추론 등과 같은 지적활동을 포함하는 정신활동을 의미하며, 인지발달에 대한 이해를 위해 지적 발달의 특성을 알아보는 것이 필요하다. Piaget는 주위 환경과의 능동적인 상호작용을 통한 동화, 조절의 적응과정으로 인지발달이 이루어진다고 보았다[20]. 즉, 인지 구조는 자신이 가진 기존의 구조에 새로운 정보를 받아들이는 동화(assimilation)와 외계의 새로운 정보에 맞추어 자신의 구조를 바꾸어가는 조절(accommodation)의 두 과정에 의해 발달한다 가령, 구체적인 문제를 다룰 때 형식적 사고가 요구되며, 조절기능을 자극

하게 되는데, 학생들은 프로그래밍 환경에서의 활동적 경험은 동화와 조절을 불러일으켜 결국 인지적 변화로 귀착될 수 있다. 피아제 인지적 발달과정에서 아동들은 연속적으로, 동일한 단계를 거치며, 전 단계를 기초로 새로운 단계가 누가적으로 형성된다[20]. Piaget(1958)의 연구에 의하면 형식적 조작기에 도달한 학생은 계열화논리, 비례논리, 확률논리, 변인통제논리, 조합논리, 명제논리의 사고가 가능하다.

① 계열화논리

형식적 조작기 이전에 이미 형성되며 일련의 요소들을 규칙에 따라 정신적으로 배열하는 능력을 의미한다.

② 비례논리

비례논리란 두 비에 있어서 그 비의 값이 같다는 논리를 바탕으로 비례와 관련된 규칙 혹은 관계들 간의 관계(relations between relations)를 이해하는 능력이다.

③ 확률논리

형식적 조작기의 학생들의 확률논리 개념은 형식적 조작기 이전에 획득되지 않으며[14] 구체적이고, 상관논리와 밀접한 관련이 있다[20].

④ 변인통제논리

상황의 모든 변인들을 인식하고 변인들의 역할에 관한 가설을 설정한 다음, 그 가설을 검증하기 위해 체계적으로 변인들을 통제하여 결론을 도출해 내는 능력이다[14][15].

⑤ 조합논리

문제를 해결해 나가는 과정에서 있을 수 있는 여러 가지 경우를 빠짐없이 중복되지 않게 셀 수 있는 논리를 조합논리라고 한다. 이는 비례논리, 확률논리, 가설 연역적논리의 바탕이 된다.

⑥ 명제논리

명제논리(propositional logic)는 명제와 명제의 결합 및 그 결합의 구조를 체계적으로 분석하는 능력을 의미한다. 형식적 사고는 주어진 문제를 해결하기 위해 체계적으로 결론을 도출하는 가설 연역적 추론(hypothetico-deductive reasoning)이 가능하다[9].

2.3 형식적 조작기의 지적 특성

본 연구에서는 형식적 조작기에 해당하는 중등학생을 대상으로 하는 연구이므로, 형식적 조작기의 지적 특성에 관하여 살펴보기로 한다.

형식적 조작기에 도달한 아동의 인지적 구조는 인지발달의 가장 높은 수준에 이른다. 형식적 조작기에 도달된 학생은 성인의 인지 구조를 갖추게 된다. 다시 말해, 형식적 조작이 가능한 성인과 마찬가지로 동일한 논리 과정을 사용하여 추론한다. 이 시기에는 복잡한 문제를 해결할 수 있는 추리(reasoning)와 논리가 발달하기 때문에 논리 과정(logical processes)을 사용하여 논리적이고 추상적으로 추리하는 것이 가능하다.

형식적 사고와 구체적 사고의 본질적인 차이점을 살펴봄으로써 형식적 사고의 특징을 좀더 명확하게 파악할 수 있다. 형식적 조작기 아동은 구체적 조작기 아동보다 논리적 조작형태와 추론의 범위가 훨씬 크다는 점이다[20]. 즉, 형식적 사고를 하는 아동은 구체적 사고를 하는 아동보다도 논리적인 조작을 더 잘 사용하며, 그 적용 범위가 넓다. 형식적 사고는 전제들 사이의 형식적인 관계에 의해서만 추리할 수 있는 반면에 구체적 사고는 본질적으로 이론적 가능성보다는 자기의 경험을 바탕으로 추리한다[14]. 가령, 형식적 사고는 논리적으로 끌어낸 결론이 실제적 진실과 관계없이 상징적인 추론이 가능하며, 문제를 해결하는데 이론과 가설을 사용할 수 있다. 반면, 구체적 사고는 과거의 문제해결의 경험에 바탕을 둔 현실적인 정보와 사실로부터 추리한다. 결국 형식적 사고는 논리적인 추리와 가설형성 및 검증으로 특징 지워진다[20].

이상을 요약하면 형식적 조작기에 도달한 아동은 문제의 해결을 위한 가설을 세우고, 변인통제와 조합적 사고가 가능할 뿐만 아니라, 명제논리, 확률논리, 비례논리, 보존논리, 상관논리 등의 사고가 가능하다고 본다[9][14]. 형식적인 인지적 사고와 추론은 각각의 새로운 사고의 수준을 통합하고 이전의 사고를 수정하는 방식으로 구체적 조작으로부터 발달한다[20].

2.4 프로그래밍 교육과 논리적 사고의 관련성

2.4.1 프로그래밍 교육과 논리적 사고

선행연구를 통해 프로그래밍 교육과 논리적 사고 하위요인과의 상관성을 살펴보고자 한다.

Gorman과 Bourne(1983)는 프로그래밍의 학습 정도에 따라 논리적 사고에 어떠한 영향을 미치는가를 연구한 결과 논리 능력의 향상에 효과가 있음을 밝혀냈다[13]. Clement와 Gullo(1984)는 프로그래밍 학습이 반추성과 논리력의 향상에 효과가 있음을 밝혀냈다[11]. 이명희(1994)는 프로그래밍 학습이 논리적 사고와 이의 하위논리에 미치는 정도를 알아본 결과 비례논리, 변인통제논리, 조합논리에 효과가 있고, 확률논리 형성만이 효과가 없는 것으로 나타났다[4]. 최근섭(1997)은 프로그래밍이 논리적 사고에 미치는 효과를 알아보기 위해 논리적 사고와 이의 하위논리로 비례논리, 변인통제논리, 확률논리, 상관논리, 조합논리를 변인으로 설정 [7]하여 연구한 결과 비례논리, 변인통제논리, 조합논리의 형성에 효과가 있는 것으로 나타났다.

이상에서와 같이 프로그래밍 교육과 논리적 사고의 상관성을 알아본 결과 논리적 사고와 이의 하위논리로 상관논리, 비례논리, 확률논리, 계열화논리, 변인통제논리, 조합논리, 명제논리 등에 관계가 있음이 밝혀졌다.

2.4.2 프로그래밍 언어와 논리적 사고

프로그래밍 언어들은 논리의 기본적인 개념에 기초를 두고 있기 때문에 다양한 인지적 기술이 복합된 과정으로 논리적인 사고 능력과 추상적인 추론 능력이 요구되어[19] 학습자의 인지발달에 영향을 미치게 된다. 또한 어떤 프로그래밍 언어라도 프로그램 그 자체가 논리이므로 이러한 논리적인 요소를 내포하고 있다.

그 동안 Logo와 Basic 언어는 다른 어떠한 언어보다도 문법구조가 단순하고, 누구나 쉽게 배울 수 있어, 학교 교육에서 분석력·논리력, 문제해결력 등 인지적 사고를 기르는데 유용하게 활용되어 왔다. 학생들은 프로그래밍 과정에서 주어진 문제상황을 인식하고, 문제를 해결하기 위해 알고리즘을 고안하여 실행하고, 이를 수정하는 과정 속에서 문제해결에 바탕을 둔 논리적 사고력의 형성에 어떤 식으로 든 영향을 줄 것이다. 따라서 프로그래밍 학습이 논리적 사고의 하위 요인인 계열화논리, 비례논리, 확률논리, 변인통제논리, 조합논리, 명제논리 등에 어떠한 영향을 미치는 가를 올바르게 측정할 수 있는 도구가 요구된다. 다음 <표 1>은 Basic프로그램과 논리적 사고의 하위논리와 의 관련성을 보여 주고 있다.

<표 1> 프로그램과 논리적 사고의 하위논리와 의 관련성

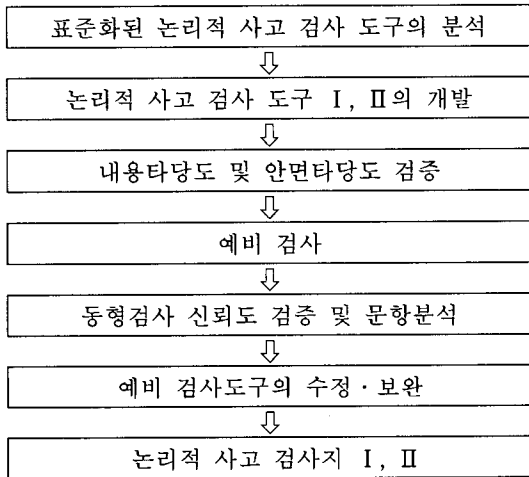
하위논리	기 능	구문의 예	비 고
계열화 논리	논리적으로 배열된 연속된 수나 문자의 순차 혹은 비순차 계열의 과제 해결 능력	· N=N+2	연속적인 증감
명제논리	비교 및 관계연산자를 사용하여 조건을 제시한 다음 그 결론의 옳고 그름을 논리적으로 추론해 가는 능력	· IF X>5 AND X<=3 THEN... · IF X>=K*2 THEN...	관계연산자, 논리연산자
변인통제 논리	문제상황에서 그 변인들을 인식하고, 적절하게 변인을 통제하여 결론을 도출해 내는 능력	· CIRCLE(200,100), · LINE(50,60)	매개변수를 이용한 변인 통제
조합논리	사건이 일어날 수 있는 모든 경우를 빠짐없이, 중복되지 않도록 따져 보는 능력	· 10 FOR I=2 TO 9 20 FOR J=1 TO 9 30 NEXT J 40 NEXT I	중첩 for문 블록
확률논리	여러 가지 현상 속에 숨어있는 규칙을 파악하여 미래를 예측하고 판단할 수 있는 능력	· X=INT(10*RND)	난수를 이용한 확률 계산
비례논리	체계적인 사고의 접근으로 변수들 간의 관계를 살펴보고, 이들의 규칙을 발견하는 능력	· A=10*(C+3) · C=C/A	식의 비례, 반비례 관계

3. 논리적 사고 검사지 개발

본 연구에서는 국·내외에서 사용되어온 표준화된 논리적 사고 검사 도구의 분석을 토대로 사전검사도구와 프로그래밍 학습 후 논리적 사고와 이의 하위변인에 미치는 영향을 측정하기 위한 사후검사도구 즉, 동형의 검사도구를 다음과 같은 절차에 의해 개발하여 그 타당성을 검증 받았다.

3. 1 논리적 사고 검사지 개발

우선 논리적 사고의 하위변인이 내포하고 있는 내용영역을 충실히 측정할 수 있도록 검사 도구를 다음과 같은 절차로 개발하였다.



(그림 1) 논리적 사고 검사지 개발 절차

1) 표준화된 논리적 사고 검사 도구의 분석

그 동안 국·내외에서 사용되어온 표준화된 논리적 사고 검사지를 바탕으로 논리적 사고의 하위요인을 추출하였다. 주로 국내에서 학생들의 논리적 사고력을 측정하기 위해 이용된 표준화된 검사 도구는 Gray(1976)의 'How's your logic?'를 한국 교육개발원(1994)에서 번안한 논리발달검사 I, II, Roadranka, Yeany & Padilla(1982)이 개발한 Group Assessment of Logical Thinking(GALT)를 서울 대학교에서 번안한 검사도구, Tobin와 Capie(1981)가 개발한 TOLT-A형, TOLT-B형이

주로 사용되어 왔다. 이들 표준화된 검사도구의 논리적 사고의 하위요인으로 계열화논리, 명제논리, 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 조합논리, 확률논리, 상관논리 등을 측정할 수 있는 내용을 포함하고 있다.

여기에서 상관논리는 서로 다른 논리들이 복합적으로 작용하는 논리적 사고를 요구하고 있다 [21]. 이 때문에 상관논리에 복합적으로 작용하는 하위요인들의 발달로 인해 상관논리가 발달되었는지 혹은 상관논리의 발달 그 자체인지를 알아보기 어렵다. 또한 보존논리는 초등학교 고학년에서 다른 각 하위논리들보다 높은 형성율을 보이고 있다 [5]. 이와 관련하여, 대부분의 형식적 조작단계에 접어든 대부분의 중등학생은 이미 보존개념이 형성된 것으로 보아 연구결과에 있어 발달 요인을 가늠하기 어려울 것으로 사료된다. 따라서 이들 공통적인 논리적 사고의 하위요인 중에서 상관논리와 보존논리를 제외한 6개의 하위논리를 선정하였다. 이들 선정된 하위논리는 전술한 바와 같이, 연령상 형식적 조작기에 접어들어 성인과 같은 인지구조를 갖춘 중등학생은 이러한 사고가 가능성이 밝혀졌다.

2) 논리적 사고 검사 도구의 개발

논리적 사고 검사 문항의 난이도, 변별도, 문항의 내용이 비슷하며 표면적으로 내용이 서로 상이한 두 개의 논리적 사고 검사 I, 논리적 사고 검사 II를 개발하였다. 논리적 사고력을 측정하기 위한 검사도구로 논리적 사고 검사 I은 사전검사로 사용하고, 논리적 사고 검사 II는 실험의 처치효과를 측정하기 위해 사후검사로 사용될 수 있다. 이에 논리적 사고의 각 하위변인에 따라 내용, 난이도 등 문항의 성질을 고려하여 논리적 사고 검사지 I 과 II를 개발하였다. 개발한 검사지는 선다형 검사로 논리적 사고에 관련한 6개의 하위변인에 따라 각 3문항씩 총 18문항으로 구성되어 있다. 중학생의 논리적 사고력을 측정하기 위한 논리적 사고 검사지 I, II의 각 하위요인별 구성은 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 논리적 사고 검사지 I, II의 하위 문항수

하위요인별 측정요인	문항수	비 고
계열화논리	3	논리적 사고 검사 도구 I, II의 각 하위요인별 3문항 씩 총 18문항으로 구성
비례논리	3	
확률논리	3	
변인통제논리	3	
조합논리	3	
명제논리	3	
계	18	

3) 내용타당도 및 안전타당도 검증

표준화된 검사도구의 분석을 통해 도출된 논리적 사고의 각 변인에 따라 3항씩 추출하여 컴퓨터교육에서 박사학위 소지자 2명, 문계해결에 관련한 박사학위 소지자 1명, 수학교육 혹은 심리학 분야에서 인지적 사고와 관련한 박사학위 소지자 2명의 전문가에게 내용타당도를 검증 받았다. 개발된 논리적 사고 검사지를 1차로 전문가에게 내용타당도를 구한 후 이를 수정하여 다시 2차로 전문가에게 내용 타당도와 언어 수준의 적절성과 문항의 의미 전달 등 안전타당도를 검증 받았다.

4) 예비검사

중소도시에 소재하고 있는 남녀공학인 w중학교에서 1학년 10개반 중에서 1개반을 임의 선정하였다. 선정된 학급을 대상으로 논리적 사고 검사 I을 실시한 후, 논리적 사고 검사일로부터 1주일이 경과한 후, 동일 피험자에게 논리적 사고 검사II를 실시하였다. 검사시간 간격을 1주일로 한 것은 검사도중에 생긴 피로와 정신적 긴장을 줄이고, 검사점수의 변동원인을 줄이기 위해서이다. 검사실시 시간은 피험자의 수행정도를 알아보려는 검사이므로 모든 문항에 반응할 수 있도록 충분히 제공하는 것을 원칙으로 하였다.

<표 3> 예비검사 실시 현황

소속	검사 종류	문항수	검사 방법	응답 형태	평균 검사 시간	검사 대상 학생 수		
						남	녀	계
w 중	논리적 사고 검사	I형	18	집단 검사	30 (분)	16	15	31
		II형						

5) 동형검사 신뢰도 검증 및 문항분석

예비검사를 통해 얻은 기초자료를 토대로 논리적 사고 검사지 I과 II에서 측정하려는 논리적 사고 검사 문항의 내용은 서로 다르지만 두 검사가 동질적이고, 동일하다고 할 수 있는 문항으로 구성되었는지 검증하였다. 논리적 사고 검사지 I, II에서 얻은 하위논리별 총점수사이의 상관계수를 산출한 신뢰도를 추정하였다. 또한 논리적 사고 검사지 I, II의 각 하위논리에 따라 추출된 각 3문항간의 요인별 상관도를 산출하였다. 이는 논리적 사고의 각 하위변인에 따라 추출된 3문항간의 요인별 검사가 한가지 능력을 재는 동질적인 검사인가를 확인하기 위해서이다. 논리적 사고 I, II에서 총점수사이의 상관계수와 이의 하위논리별 동형검사 신뢰도를 산출한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 논리적 사고 검사지 I, II의 하위논리별 동형검사 신뢰도 (N=31)

하위요인	요인별 문항수	Pearson 상관계수(p)
계열화논리	3	.743*(.000)
비례논리	3	.515*(.003)
확률논리	3	.674*(.000)
변인통제논리	3	.535*(.002)
조합논리	3	.550*(.001)
명제논리	3	.892*(.000)
하위요인별 합계	18	.675*(.000)

* p<.05

논리적 사고 검사지 I, II의 각 하위논리별 Pearson의 적률 상관계수는 유의미한 상관을 보이고 있다(p<.05). <표 4>를 살펴보면, 논리적 사고 검사지 I, II의 하위요인별 Pearson상관계수는 .515(비례논리)~. 892(명제논리)를 보이고 있다. 이중 계열화논리(.743), 비례논리(.515), 확률논리(.674), 변인통제논리(.535), 조합논리(.550)는 확실한 상관을, 명제논리(.892)는 높은 상관을 보이고 있다. 논리적 사고 검사지 I, II의 하위요인별 Pearson의 상관계수의 범위의 폭이 넓은 이유는 각기 다른 요인을 측정된 결과로 해석된다. 아울러, 논리적 사고 검사지 I과 II의 하위논리별 총점

수 상호간에는 유의미한 상관관계가 있음을 보이고 있다($p < .5$). 즉, 논리적 사고 검사지 I 과 II의 하위논리별 총점수간 Pearson의 적률 상관계수는 .675로 두 검사지간 동형성에 확실한 상관이 있다고 할 수 있다. 다음은 논리적 사고 검사지 I, II의 예비검사 점수를 분석한 결과는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 논리적 사고 검사지 I, II의 예비검사 점수 분석 결과

구 분	논리적 사고 검사지 I	논리적 사고 검사지 II
피험자수	31	31
평균	9.935	10.000
표준편차	3.983	4.048
분산	15.867	16.387
왜도	-.651	-.502
첨도	-.674	-.970

동형 검사의 기본 조건은 두 검사가 동일한 내용을 측정하므로 동일한 형태의 문항, 문항수, 그리고 동일한 문항 난이도와 문항 변별도를 갖추는 것은 물론 평균과, 표준편차, 분산이 동일하여야 한다. 본 연구와 관련하여, 논리적 사고 검사지 I 과 II가 동형으로 이루어진 검사 도구인지를 알아보기 위해 서로 비교해 본 결과, 피험자 점수의 평균, 표준편차, 분산이 서로 유사한 결과를 보이고 있다.

논리적 사고 검사지 I, II의 예비검사 도구에 관한 문항분석의 결과를 요약하여 제시하면 <표 6>과 같다.

<표 6> 논리적 사고 검사지 I, II의 문항 분석 결과

구 분	논리적 사고 검사지 I	논리적 사고 검사지 II
문항수	18	18
평균난이도	.552	.556
평균변별도	.459	.462
Alpha 값	.780	.784
측정오차	1.868	1.881

① 문항 난이도

문항 난이도는 총 피험자중 문항의 답을 맞힌 피험자의 비율을 나타낸다. 두 검사지의 전체적인 평균 난이도를 비교해 보면, 논리적 사고 검사지 I (.552)와 논리적 사고 검사지 II(.556)는 보통의 난이도를 지닌 문항으로 분석되었다.

② 문항 변별도

능력이 높은 피험자가 문항의 답을 맞히고 능력이 낮은 피험자가 문항의 답을 틀렸다면 이 문항은 피험자들을 제대로 변별하는 문항으로 분석된다. 논리적 사고 검사지 I의 문항 변별도를 알아보면, 상관계수에 의한 문항 변별도는 문항점수와 총점의 상관계수로서 .29~.62의 범위에 있다. 논리적 사고 검사지 II의 상관계수에 의한 문항 변별도를 살펴보면, .32~.64의 범위에 있다. 이 두 검사지의 평균 변별도를 살펴보면, 논리적 사고 검사지 I (.462)과 논리적 사고 검사지 II(.459)는 전체적으로 변별력이 높은 문항으로 구성되어 있다.

③ 오답지 매력도

논리적 사고 검사지 I, II는 각각 18문항의 사지선다형 문항으로 구성되어 있다. 여기에서 피험자들이 답지 중 균등하게 오답지를 선택하였다. 따라서 두 검사지 모두 오답지 매력도는 양호한 것으로 분석되었다.

④ 내적 일관성 신뢰도와 측정 오차

문항간 측정의 일관성에 의해 추정되는 내적 일관성 신뢰도인 Cronbach α 값과 측정오차를 살펴보면, 내적 일관성 신뢰도인 Cronbach α 값은 논리적 사고 검사지 I에서 .780, II에서 .784로, 측정오차는 논리적 사고 검사지 I에서 1.868, II에서 1.881로 신뢰도가 높다고 해석할 수 있다.

이상의 논의에 근거하여 논리적 사고 검사지 I, II는 전체적으로 동형의 검사지로 구성되었다고 해석할 수 있다.

6) 예비검사 도구의 수정·보완

예비 검사를 통해 얻은 분석 결과를 토대로 본 검사의 문항을 일부 수정·보완하였다.

피험자들이 각 문항의 요구 내용을 쉽게 파악할 수 있도록, 모든 각 하위논리별 보기를 들어 어떠한 능력을 측정하는지를 알아보기 쉽도록 관련 그림을 삽입하였다. 또한 논리적 사고의 기본 개념을

포함하고 있으면서 체계적이고, 논리적인 흐름을 중시하여, 기본 개념을 추리하는 능력을 측정할 수 있도록 하였다.

3. 2 프로그래밍 관련 논리적 사고 검사지 하위논리별 측정 내용

예비검사 도구의 통계 분석결과를 근거로 수정·보완하여 최종적으로 논리적 사고 검사지 I, II를 개발하였다.

【계열화논리: 예시】 아래의 처리 조건에 따라 규칙적으로 숫자가 배열될 때 11번 자료와 12번 자료에 기억된 숫자는 얼마입니까?

처리 조건

① (1번 자료)안의 숫자에 "1"을 더해서, (3번 자료)안에 넣으시오.
 ② (2번 자료)안의 숫자에 "2"를 빼서, (4번 자료)안에 넣으시오.
 ③ 처리순서 "①"번과 "②"번의 규칙에 따라 숫자는 연속적으로 배열됩니다.

번호 1 2 3 4 11 12
 자료 ○4○ - ○9○ - ○?○ - ○?○ ○?○ - ○?○ -

① 11번 자료: 9, 12번 자료: -1 ② 11번 자료: 9, 12번 자료: 3
 ③ 11번 자료: 9, 12번 자료: -3 ④ 11번 자료: 9, 12번 자료: 1

【비례논리: 예시】다음은 4번, 6번에 기억된 자료의 숫자를 2배의 비율로 바꾸는 것입니다. 흐름도와 처리 내용을 연관지어 알아보세요. [단, ()안에 새로운 숫자를 넣으면 전에 있던 자료는 지워집니다.]

자료번호	1	2	3	4	5	6
자료내용						

흐름도	처리 내용
	① (자료번호 6번)자료내용에 기억된 어떤 숫자를 2배해서 (자료번호 6번)자료내용 안에 넣으시오.
	② "①"에서 사용된 (자료번호)에서 2를 빼시오. 이 값이 새로운 번호로 바뀝니다.
	③ (5번 자료)안의 숫자는 "②"에서 계산된 (자료번호)보다 큰가? 크다면 종료하고, 작다면 "①"의 첫 번째 상자안의 자료번호는 "②"에서 계산된 자료번호로 바뀝니다.

5번 자료에 올 수 있는 최소의 숫자는 얼마인가요?

① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5

【조합논리: 예시】 봉화대의 굴뚝은 두 개로 이루어져 있고, 이 각각의 굴뚝은 연기의 있고 없음에 따라 정보를 전달할 경우, 두 개의 굴뚝을 이용하여 정보를 전달할 수 있는 경우의 수는 모두 몇 개인가?

봉화대 굴뚝

① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8

【명제논리: 예시】아래 그림은 X, Y, Z의 값에 따라 4가지의 가능한 경로를 나타내고 있다. 만약 X가 Y보다 작다면 선택되는 경로는 직선 아래 방향으로, X가 Y보다 크다면 오른쪽 방향을 선택한다. 여기서 X, Y, Z는 모두 서로 같지 않다.

1. 기억장소 2번에 어떤 숫자가 기억되어 있을 때 X, Y, Z의 관계를 부등호로 올바르게 나타낸 것은?

● X<Y<Z ② Z>Y>X ③ Z>X>Y ④ X>Z>Y

【변인통제논리: 예시】 두 개의 상자 A와 B가 있다. 상자 A는 문자를 x는 y로, y는 x로 바꾼다. 상자 B는 두 개의 문자를 비교하여 문자가 같으면 x, 다르면 y의 문자로 바꾼다.

(a)

(b)

1. 다음과 같은 회로에서 문자 x, y를 입력하였을 때, 출력 (다)에 들어갈 문자는?

① x ② y ③ xy ④ yy

【확률논리: 예시】 상자 안에 모양과 크기가 같은 녹색, 흰색 공이 각각 2개씩 모두 4개가 들어 있다. 이 중에서 공 한 개를 꺼낼 때 녹색 공이 나올 확률은 얼마인가?

① 1/2 ② 1/4 ③ 1/6 ④ 1/8

개발된 검사지는 문제상황의 이해를 돕기 위해 논리적 사고 검사의 하위논리에 따라 보기 문제를 제시하여 피험자들이 보기 문제를 풀어보면서 문제에서 요구하는 상황에 따라 논리적으로 추리해 보도록 하였다. 논리적 사고의 하위논리별 4지선다 문항에서 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 채점하였다. 최종적으로 개발된 논리적 사고 검사지 I, II의 각 하위논리별 측정 내용은 다음과 같다.

<표 7> 논리적 사고 검사지 하위논리별 측정 내용

하위요인	문제의 형태	해당 문항 번호 (문항수)	측정 내용
계열화 논리	처리조건과 숫자로 배열된 문항	I-1~3(3) II-1~3(3)	논리적인 흐름을 고려하여 처리 순서에 따라 그 처리 조건을 숙지하고, 나열된 숫자 계열에서 규칙을 찾는 능력
비례 논리	글과 그림(순서도)으로 구성된 문항	I-4~6(3) II-4~6(3)	문제상황을 정확히 이해하고, 처리내용에 따라 단계적이고, 체계적인 사고에 의한 접근으로 비율을 추리하는 능력
확률 논리	글과 표로 구성된 문항	I-7~9(3) II-7~9(3)	주어진 문제상황을 분석한 후 가능성을 추리할 수 있는 능력
변인통제논리	글과 그림으로 구성된 문항	I-10~12(3) II-10~12(3)	변인통제논리를 응용하여 통제상황에 따라 입력변인과 출력변인간의 관계를 추리하는 능력
명제 논리	그림(흐름도 형태)으로 구성된 문항	I-16~18(3) II-16~18(3)	문제상황에 따라 체계적이고 논리적인 접근에 의해 흐름도를 분석하면서 전제로부터 결론을 추리하는 능력
조합 논리	글 또는 그림으로 구성된 문항	I-13~15(3) II-13~15(3)	문제설계에서 여러 가지 경우를 파악할 수 있는 능력

4. 결 론

프로그래밍학습이 논리적 사고와 이의 하위요인에 어떠한 영향을 미치는 가를 올바르게 규명하기 위한 평가도구가 요구되었다. 따라서 본 연구에서는 프로그래밍 학습이 논리적 사고와 이의 하위요인에 미치는 효과를 측정하기 위해 동형의 논리적 사고 검사지 I, II를 개발하였다. 이상의 논의를 바탕으로 개발된 검사도구는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 국·내외 표준화된 논리적 사고의 검사도구를 분석한 후 학생의 인지적 발달수준에 기반하여 프로그래밍과 관련된 논리적 사고와 이의 하위논리인, 계열화논리, 비례논리, 확률논리, 변인통제논리, 조합논리, 명제논리 등을 추출하였다.

둘째, 이를 기초로 전문가의 검증을 거쳐 개발된 동형의 논리적 사고 검사지 I 과 II의 예비 검사 결과 하위논리별 총점수간 Pearson의 적률

상관계수는 .675로 두 검사지간 동형성에 확실한 상관성이 있음이 검증되었다.

셋째, 문항분석 결과, 논리적 사고 검사지 I(난이도:.552, 변별도:.462)와 논리적 사고 검사지 II(난이도: .556, 변별도: .459)는 보통의 난이도를 지니며, 변별력이 높은 문항으로 구성되었음이 밝혀졌다.

넷째, 개발된 논리적 사고 검사지의 내적 일관성 신뢰도와 측정오차의 값은 논리적 사고 검사지 I(Cronbach α :.780, 오차:1.868), 논리적 사고 검사지 II(Cronbach α :.784, 오차:1.881)로 신뢰도가 높은 것으로 나타났다.

개발된 논리적 사고 검사지 I, II의 동형 검사도구는 사전검사로 인해 사후검사에 미치는 영향을 방어할 수 있고, 프로그래밍 학습이 논리적 사고와 이의 하위논리에 미치는 영향을 규명하는 데 이용될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 광병선(1985). 논리력 신장을 위한 CAI프로그램 개발연구. 서울: 한국교육개발원.
- [2] 방명숙·권승애·황현아·양영선(1995). 논리력 신장을 위한 CAI 프로그램 연구 개발. 한국교육개발원 수탁 연구과제 CR 95-26-2, 서울: 한국교육개발원.
- [3] 소홍렬(2000). 논리와 사고. 서울: 이화여자대학교 출판부.
- [4] 이명희(1994). 한국형 LOGO의 효과 분석: 인지양식과 Van Hiele 기하 학습 수준에 따른 사고력 발달을 중심으로. 고려대학교 대학원 석사학위 논문.
- [5] 이재분·현주·김미숙·류덕엽(2001). 초등학생의 사고 능력 발달에 관한 연구. 연구보고 RR 2001-2-2, 서울: 한국교육개발원
- [6] 이유순(1995). 논리적 사고력 및 문제해결력 신장을 위한 컴퓨터 프로그래밍 교육: 베이직(Basic), 로고(Logo) 프로그래밍 비교 연구. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [7] 최근섭(1997). 로고 프로그래밍과 경험수업이 논리적 사고력에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- [8] 한국교육개발원(2002). 초·중등·대학에서의 인문교육 활성화 방안: 논리적 사고력 평가모형 개발.
- [9] Brainerd, C. J. (1978). Piaget's theory of intelligence. Englewood Cliffs, N J: Prentice-Hall, Inc.
- [10] Cathart, W. G. (1990). Effects of Logo Instruction on Cognitive Style. Journal of Educational computing Research, 6(2), 231-242.
- [11] Clement, D. H., & Gullo. (1984). Effects of Computer Programming of Young Children's Cognition. Kent, Ohio: Kent State University. A paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.
- [12] Fisher, R. (ed.). (1987). *Problem Solving in Primary Schools*. Oxford: Basil Blackwell Ltd. pp. 1-33.
- [13] Gorman, H. & Bourne, L. (1983). Learning to think by learning Logo: Rule learning in third grade computer programmers. Bulletin of the Psychonomic Society, 21.
- [14] Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). The early growth of logic in the child: Classification and seriation. In H. E. Gruber & J. J. Voneche (Eds.). (1977), *The Essential Piaget*, N.Y.: Basic Books.
- [15] Juraschek, w. (1983). Piaget and middle school mathematics. *School Science and Mathematics*, 83(1), pp. 4-13.
- [16] Merrill, P. F. (1992). *Computers in education*. Boston: Allyn and Bacon.
- [17] Papert, S. (1980). *Mindstorms; Children, Computers And Powerful Ideas*. New York: Basic Books. [백영균·류희찬 역(1990). 로고 아동과 컴퓨터. 서울: 양서원.]
- [18] Tannenbaum, A. J. (2000). A history of giftedness in school and society. In K. A. Heller, F. J. Monks, R. J. Sternberg, R. F. Subotnik(Eds.), *International handbook of giftedness and talent*. Oxford: Elsevier Science Ltd.
- [19] Tentenbaum, T. J., & Mulkeen, T. A. (1984). Logo and the Teaching of Problem Solving. *A Call for a Moratorium*. *Education Technology*, 24(11), 16-19.
- [20] Wadsworth, B. J. (1989). *Piaget's Theory of Cognitive and Affective Development*(4th ed.). N.Y.: Longman Inc. [성옥련, 김수정, 이지연 역(2001). *Piaget 인지적·정의적 발달*. 서울: 중앙적성출판사.]
- [21] Zeidler, D. L. (1985). Hierachial Relationships among Formal Cognitive Structure and their Relationship to [23]Principled Moral Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), 461-471.



이좌택

1988 충남대학교 기술교육과
(교육학학사)

2000 한국교원대학교 대학원
컴퓨터교육과(교육학석사)

2000~현재 한국교원대학교 대학원 기술교육과 박사과정

관심분야 정보통신기술, 정보통신기술 교육과정

E-Mail: ljk9498@hanmail.net



이상봉

1987 충남대학교 공업교육대학
기계공학교육과(공학사)

1990 충남대학교 대학원
공업교육 전공(교육학석사)

1996 The Ohio State University, Technology
Education(교육학박사)

1997~현재 한국교원대학교 기술교육과 부교수

관심분야: 기술교육, 문제해결력, 인지사고

E-Mail: sbyi@knue.ac.kr