메타인지 수준에 따른 EPL 프로그래밍 학습이 논리적 사고에 미치는 영향

(The Effect of EPL Programming Learning on Logical Thinking Ability by the Meta-Cognition Level)

홍 재 운 † 이 수 정 ††
(Jae-Un Hong) (Soojung Lee)

요 약 프로그래밍 언어 학습이 논리적 사고력에 미치는 영향에 대한 선행 연구는 부족한 실정이며, 각 연구 결과마다 연구 대상, 방법과 학습 주제 등에 따라 논리 향상 정도와 영역이 다르므로, 일반화 과정에 어려움이 있다. 또한 논리적 사고력의 향상이 학습자의 인지 발달에 의한 것인지 프로그래밍 언어 학습에 의한 것인지 분명하지 않아 프로그래밍 언어 학습의 필요성이 증명되었다고 할 수 없다. 본 연구에서는 초등 6학년생들에게 교육용 프로그래밍 언어 학습을 7차시 동안 실시한 후, 메타인지 수준별로 논리적 사고력에 미치는 영향을 조사하고, 컴퓨터 활용 교육의 효과와 비교하였다. 실험 결과에 따르면, 두리틀과 로고, 그리고 파워포인트 학습 집단 모두에서, 상위 수준의 메타인지를 지닌 학생들은 논리적 사고력에 유의미한 신장 효과를 나타낸 반면, 하위 수준의 학생들은 두리틀과 로고 학습 후에만 유의미한 논리적 사고력의 신장을 나타냈다. 그러나 메타인지 수준에 상관 없이 세 학습 집단 간에 논리적 사고력 향상 정도의 유의미한 차이는 없었다.

키워드 : 교육용 프로그래밍 언어, 논리적 사고, 두리틀, 로고, 메타인지

Abstract There has been insufficient studies on the effect of programming language learning on logical thinking ability. Each study result on the improvement degree and items of logical thinking ability is different according to the object of the study, its method, and the learning subject, which makes the generalization process difficult. Moreover, the necessity of programming language learning seems not proved, because it is not apparent whether the improvement of logical thinking ability is due to the advancement of knowledge or programming language learning. In this study, we instructed educational programming languages to elementary students in 6th grade for 7 hours, investigated its effect on logical-thinking ability by the meta-cognition level, and compared the result with that of computer skill learning. As a result, for Dolittle, LOGO, and Powerpoint learning groups, the logical-thinking ability of high meta-cognition level students has increased with significance, but that of low meta-cognition level students has significantly increased for Dolittle and LOGO groups only. However, regardless of meta-cognition levels, there was no significant difference of logical-thinking ability between all three groups.

Key words : Education Programming Language (EPL), logical thinking, Dolittle, LOGO, meta-cognition

† 정 회 원 : 양별초등학교 교사
hju2000@hanmail.net
†† 정 회 원 : 경인교육대학교 컴퓨터교육과 교수
sjlee@gin.ac.kr
논문접수 : 2008년 10월 9일
심사완료 : 2009년 4월 14일

Copyright©2009 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.
정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제36권 제6호(2009.6)

1. 서 론

지식정보사회에 살아가는 우리들에게 중요한 능력은 어떤 사실을 아는 것뿐만 아니라, 새로운 상황에 당면했을 때 아이디어의 창출, 적용을 통해 문제 상황을 효과적으로 해결하는 것이다. 따라서 교사는 알고 있는 것과 해결해야 할 것 사이의 간격을 줄이기 위한 가장 적절한 방법을 찾는 활동을 지도해야 한다. 그러나 시대적 요구와 변화에 비해 초등학교의 컴퓨터교육은 '정보통신

기술교육운영지침' 외에 구체적인 교육과정과 교육내용이 제시되어 있지 않으며, 실과교육과 재량활동의 일부분으로서 단순히 응용프로그램의 사용법을 익히는 기능교육 수준이며 체계적이지 못하다. 특히, 컴퓨터 교육의 궁극적인 목적이 컴퓨터 사용과 활용의 습득뿐만 아니라, 정보에 대한 논리력과 사고력, 그리고 정보 제어 능력과 그것을 통한 창의적인 문제해결능력을 기르는 것이라는 점에서 이러한 컴퓨터 교육의 불균형은 편협된 컴퓨터 교육을 야기할 뿐만 아니라, 교육 목표에도 부합되지 않는다.

따라서 컴퓨터 교육에서는 문제해결력과 알고리즘적 사고의 신장을 위해 프로그래밍 언어를 통한 교육을 보다 강조해야 한다. 컴퓨터 프로그래밍은 컴퓨터를 활용하여 학습자가 컴퓨터에게 자신이 원하는 것을 수행하도록 하는 작업으로써 일반적인 사고력 신장과 메타 인지적 측면의 효과, 이해도에 대한 모니터링, 문제 분석 기술 등의 향상뿐만 아니라 컴퓨터 계산 원리 이해와 논리적 사고의 표현 등의 학습 효과를 가지고 있다. 이를 위해, 프로그래밍을 처음 시작하는 학생들에게 사용하기 쉽고 꾸준히 흥미를 유지할 수 있도록 두리틀과 로고 등의 교육용 프로그래밍 언어(EPL, Educational Programming Language)가 개발되었다.

최근 프로그래밍 학습이 논리적 사고에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구가 진행되어 왔다[1,2]. 그러나 이들 연구 결과들은 특정 언어 하나만을 다루어 부분적이며, 논리적 사고에 대한 긍정적 효과가 인지 발달에 의한 자연적 현상에 기인한 것인지 또는 프로그래밍 학습의 결과에 기인한 것인지의 구분이 명확하지 않다. 또한, 학습자의 학업성취나 문제해결능력에 대한 비교 연구는 있으나, 학습자의 메타인지 수준에 따라 프로그래밍 학습이 논리적 사고 발달에 미치는 영향에 대한 연구 결과는 미비한 실정이다. 메타인지 능력은 기억, 이해, 의사소통, 문제해결활동 등 인지 과정에 중요한 기능을 하며, 사고 발달, 학습 능력 및 적응 능력과 깊은 관계가 있다고 볼 수 있다[3].

본 연구에서는 대표적 교육용 프로그래밍 언어인 두리틀과 로고 학습이 논리적 사고에 미치는 영향을 메타인지 수준에 따라 분석하였다. 분석 결과를 교육현장에서 많이 지도되고 있는 소프트웨어 활용 교육의 논리적 사고에 대한 영향 결과와 비교하여, 프로그래밍 학습이 논리적 사고에 미치는 영향을 객관적으로 평가하고자 하였다. 소프트웨어 활용 교육을 위하여 현장교육에서 활용도가 높아 학생들에게 익숙한 문서편집 프로그램보다는, 상대적으로 인지도가 낮고 다양한 기능을 가지므로 활용능력에 차이를 발생시킬 수 있는 파워포인트를 선택하여, 프로그래밍 학습과 견주하여 난이도의 차가 크지 않도록 하였다. 연구 결과에 따르면, 세 집단 모두 상위 메타인지 수준의 학생들은 논리적 사고력이 유의미하게 향상되었고, 하위 수준의 학생들은 두리틀과 로고 학습 후에만 유의미한 신장 효과를 가져 왔다. 그러나 학습 집단 간에 유의미한 평균 차는 없었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 두리틀과 로고 및 기존 선행 연구에 대해 기술한다. 3절과 4절에서는 각각 본 연구의 방법과 결과를 제시하고 5절에서 결론을 맺는다.

2. 이론적 배경

2.1 두리틀과 로고

객체지향형 언어인 두리틀은 학생들이 가상의 거북이와 대화하는 활동으로 Kanemune가 개발하였다[4]. 두리틀의 장점은 한글을 사용하여 프로그램을 작성하므로 프로그램의 형식보다 학습내용에 집중할 수 있고, 한글 어순과 동일한 명령어를 쉽게 습득할 수 있으며, 한글로 작성하여 프로그램의 분석과 오류 수정이 쉽다는 것이다[5].

두리틀의 가장 큰 특징은 객체지향 개념을 도입하였고 상속이나 클래스와 같은 고도의 추상적인 개념 이해가 필요하지 않는 범위 내에서 초등학생의 수준에 맞게 개발된 것이다. 일반 객체지향 프로그래밍 언어에서 사용되는 클래스 방식이 아닌 객체를 복사함으로써 원래 객체 성질을 계승하는 프로토타입 방식으로 개념 이해가 쉬워서 교육용으로 적합하다. 또한 텍스트 표현에 기초하여 소스 코드를 작성하므로 그래픽 프로그래밍처럼 시각적 효과만의 강조를 지양하고 프로그래밍 활동을 통한 기본적인 계산기 원리를 배울 수 있다. 그리고 하나의 문장만으로도 컴퓨터의 동작 원리를 프로그래밍 과정 체험을 통해 쉽게 익힐 수 있다. 또한 예약어가 없으며, 변수 타입과 선언이 필요하지 않고, 고도의 개념(포인터, 스택, 클래스 등)을 이해하지 않아도 프로그래밍을 할 수 있으며, 구조가 간결하여 오류 수정이 용이하다. 메소드(method)를 정의할 때도 대입과 블록을 이용하여 메소드를 정의할 수 있다[6]. 또한 두리틀은 다국어 기반으로 현재 영어, 일본어, 한국어를 허용하고 있다. 인지하기 쉬운 모국어를 사용하여 프로그래밍 한다는 점과 1:N 명령어 방식으로 유사한 의미의 명령어를 모두 사용할 수 있다는 점은 두리틀의 큰 장점이다.

로고(LOGO)는 1960년대 후반 MIT 대학의 인공지능 실험실에서 Seymour Papert와 그의 연구팀에 의해서 개발된 교육용 프로그래밍 언어이다. Papert는 로고 프로그래밍을 함으로써 어려운 문제를 다루기 쉬운 부분들로 분해하는 전략, 수단-목표 분석, 문제해결 방법이 더욱 세련되도록 하는 오류 수정(Debugging), 오류에

대한 긍정적인 태도, 소규모 활동을 통한 상호작용 등 문제 해결을 위한 강력한 아이디어를 얻을 수 있다고 하였다[7]. 로고에서의 절차는 프로그래밍 과정을 단계적, 구조적으로 실행하도록 도우며. 하위절차(sub procedure)는 상위절차(super-procedure) 속에 다시 사용되어 질 수 있으며 각 절차는 그 자체로서 검정과 수정이 가능하다. 이러한 절차를 통해서 학생들은 문제 해결을 단순한 과정에서 시작하여 전체적인 통합 과정을 분석적으로 쉽게 이끌어 갈 수 있다. 본 연구에서 사용한 로고는 웹 기반의 인터넷 LOGO이며, 이 언어는 기존의 로고가 갖는 결함을 수정하여, 학생이 자유롭게 사고할 수 있는 마이크로월드라는 환경을 제공하는 것에 목적을 두어 한글 명령어의 사용이 가능하도록 개발되었으나, 영어 어순을 따르고 있어서 한글화의 효과를 보지 못하고 있다[8].

2.2 메타인지

메타인지는 인지에 대한 인지이며, 자기 자신의 학습 진전 상황을 감독 및 관리하는 것 등을 포함하는 개념이라 할 수 있다. 일반적으로 메타인지에는 인지에 대하여 그것을 자각하고 아는 것과 인지를 통제하고 조정하는 것 두 가지 측면이 포함되고, 기억, 이해, 의사소통 및 문제해결활동 등 인지 과정에 중요한 기능을 하며, 기존 인지와는 다른 성격을 지닌 새로운 사고 영역으로 간주된다[9].

특히 Flavell은 메타인지가 메타인지적 지식(Metacognitive Knowledge)과 메타인지적 조절(Metacognitive Monitoring)로 구성되어 있다고 하였다[10]. 메타인지적 지식은 인지 문제를 다루는 것으로 개인의 인지적 자원에 관한 지식 또는 학습자가 학습 상황에서 자신에 대하여 가지고 있는 지식을 말한다. 메타인지적 조절은 인지적이면서도 감정적인 경험으로 현재 진행되고 있는 인지적 노력과 관계가 있다. 즉 문제를 해결하는 과정에서 학습자가 사용하는 감찰과 자기규제 기능을 의미한다. 이는 과제를 시도하기 전의 계획, 과제를 해결하는 동안의 전략 사용과 점검, 과제를 해결한 후의 결과에 대한 확인이나 평가 활동으로 이루어진다.

2.3 선행 연구 분석

2.3.1 두리틀과 로고에 관한 연구

기존 연구의 주된 초점은 두리틀과 로고를 수학 교과에 활용한 효과를 조사하거나[5,11,12], 언어 자체를 학습하여 프로그래밍 언어로서의 활용성을 탐색하거나[8,13], 또는 해당 언어를 통해 문제해결능력이나 정보처리능력 등을 평가하는 것이었다[14,15]. 김경미[11]는 두리틀 언어의 수학교육 활용에 대한 적합성을 검증하였고, 두리틀 언어 분석과 초·중·고 교과서 분석을 통해 두리틀이 활용 가능한 수학 교과 영역을 분류한 후 LOGO나 두리틀의 비교를 통해 두리틀의 활용 가능성과 활용방안을 연구하였다. 수학교육과의 연관성에 대한 또다른 연구를 실행한 최경은[5]은 두리틀을 이용하여 반성적 사고를 통한 기하학습이 가능하고, 공간 능력이 발달하며, 프로그래밍 언어를 활용한 학습에 대해 학습자는 매우 긍정적인 반응을 보였으며, 두리틀을 교육용 프로그래밍 언어로 활용하기에 충분하다고 밝혔다. 또한 김길현[12]의 연구에서는 수학패턴학습에 대한 LOGO 수업의 효과를 검증하기 위해 패턴별로 LOGO를 통한 수업 프로그램을 작성하여 실험한 결과, LOGO를 통한 수업이 일반 수학 수업보다 더 높은 평균을 나타냈고 LOGO를 통해 수업했을 때 도형 패턴과 도형외 패턴에서 모두 큰 차이 없이 고르게 성적향상을 나타내었다.

LOGO와 달리 최근에 개발된 두리틀에 대해 프로그래밍 언어로서의 적합 여부에 대해 연구한 결과를 살펴보면 길혜민[8]은 두리틀이 초중등 교육에 매우 적합하며, 프로그래밍 결과를 쉽게 확인하고 오류 수정이 용이하여 학생들의 흥미도가 아주 높으며, 간단한 소프트웨어를 작성하기 쉬워서 학업성취도와 차후 학습으로의 연계성이 우수하다고 밝혔다. 최은조[13]의 연구에서는 성인여성들은 두리틀을 통해 프로그래밍 언어 교육에 대한 흥미도와 만족도가 높게 유지되었으며, 컴퓨터에 대한 자신감 향상에 도움이 되며, 기존 학생 중심의 컴퓨터 과학교육에서 성인여성을 대상으로 한 컴퓨터과학교육의 가능성을 발견하였다고 하였다.

그러나 논리적 사고력에의 영향을 파악한 연구 결과물은 드문데, 이를 시기순으로 살펴보면, 우선 김수환과 이재학의 연구[16]에서는 LOGO 프로그래밍 활동을 통하여 논리수학적인 경험들을 11차시 동안 제공한 후 중학교 2학년생들의 논리적 사고력 향상 효과를 분석하였다. 사고력을 요하는 문제 상황들을 제시하고 이를 해결하는 과정에서 프로그래밍 언어와 기법들을 학습하도록 한 결과, 조합 논리의 형성을 촉진하였으며, 실험집단과 통제집단 간의 인지발달 단계의 구성비에 있어서 유의미한 차이를 보여 논리적 사고력의 향상을 가져왔다고 하였다.

초등학생들을 대상으로 한 실험에서, 류향미[17]는 통제집단에게는 산수를, 실험 집단에게는 LOGO 프로그래밍 학습을 시킨 후 IQ에 따른 논리적 사고 기능 향상폭을 조사한 결과, LOGO 프로그래밍 학습이 논리적 사고 기능 향상에 절대적 효과를 갖지는 않으며, 실험 집단은 IQ가 높을수록 논리적 사고력이 크게 향상됨을 알아냈다. 강혜진[18]도 역시 초등생들을 대상으로 하였는데, 프로그래밍 기초능력을 통해 아동의 논리적 사고력 신장에 관해 분석한 결과 변인통제논리를 제외한 모든 하위논리 영역에서 향상을 가져왔다. 현혜경의 연구[2]에

서는 LOGO 프로그래밍 수업이 논리적 사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 중학교 2학년생들을 대상으로 6차시 동안 수업한 결과 논리적 사고력 신장에 효과를 보임을 알아냈다. 그러나 인지양식에 따른 장의존적인 집단과 장독립적인 집단 간에는 유의미한 논리적 사고력의 차이를 가져 오지 않는다고 하였다.

앞서의 연구 결과들은 LOGO의 영향을 다루었으나, 두리틀에 대한 연구 조사를 행한 권창미[1]는 중학교 2학년생들을 대상으로 두리틀 프로그래밍 학습 후 높은 논리적 사고력의 신장을 보이며, 특히 하위논리 영역 중 비례논리와 조합논리에서 유의미한 차이가 있으며, 형식적 조작기 입문단계에 있는 미형성 단계의 초등학생들에게 더 많은 영향을 준다고 밝혔다.

위와는 달리, 컴퓨터 활용 능력과 논리적 사고력과의 관련성을 측정한 전만중과 김정랑의 연구 결과[19]에서는 중학교 1학년생들의 논리적 사고력을 측정하고, 컴퓨터 활용능력과 어떤 관련을 갖는지를 알아보았다. 결과에 의하면 컴퓨터 활용능력이 우수한 학생일수록 일반적으로 논리적 사고 수준에 빨리 도달하였으며 하위논리 영역 중에서 조합논리나 변인통제논리는 컴퓨터 활용능력과 큰 상관관계를 갖는 것으로 나타났다.

이상에서 살펴본 바, 두리틀이나 로고 학습의 논리적 사고력에 대한 영향을 측정한 실험에서, 실험 대상이 각기 다르고, 향상된 하위 논리 영역이 달라 일관성이 없으며, 이는 교육 과정이나 대상 및 방법 등 여러 가지 변인으로 말미암은 것으로 판단된다. 또한 컴퓨터 활용능력과 논리적 사고력의 관련성에 대한 연구는 있었으나, 컴퓨터 활용 교육이 논리적 사고력에 미치는 영향은 평가되지 않았다.

2.3.2 메타인지에 관한 연구

학습자의 메타인지 수준과 관련된 기존 연구는 주로 메타인지가 학습태도나 문제해결, 학업성취도 등에 미치는 영향을 파악하는 것에 초점을 두었다. 다양한 학습 주제에 대해 메타인지를 독립요인 또는 종속요인으로 실험이 이루어져 왔다[20,21]. Swanson[22]은 메타인지가 높은 학습자가 낮은 학습자의 학업성취를 능가하여 문제해결을 더 잘 한다고 주장하였다. 또한 메타인지가 높고 적성이 낮은 학습자는 메타인지가 낮고 적성이 높은 학습자에 비해 더 나은 학업 성취를 보임으로써 메타인지가 일반적 적성과는 다른 독립적 요인임을 검증하였다.

컴퓨터 교육 분야에서 메타인지 관련 연구는 웹 환경에서 학업 성취도나 문제해결능력이 메타인지 수준에 따라 어떤 효과 차이를 보이는지 알아보는 것이 주를 이루었다[23-27]. [28]의 연구에서는 LOGO 환경에서 메타인지 훈련을 수행한 학생들이 그래프 학습의 성취도가 더 높은지를 확인하기 위한 실험을 한 결과, 훈련을 받은 학생들이 그렇지 않은 학생들보다 정보 처리, 사회인지적 상호작용, 오류 발견 등에서 긍정적인 효과를 낳는다고 하였다. 신진수[23]는 학습자의 메타인지 수준과 학습목표의 영역에 따라 웹 활용 학습에서의 정보 제시 방법이 미치는 효과는 차이가 있다고 결론지었다. 메타인지 수준이 높은 학습자에게는 웹에서 연역적 계열의 학습 프로그램으로 제시하는 것보다 귀납적 계열의 학습 프로그램으로 제시하는 것이 학업성취도를 높이는 효과가 있고, 메타인지 수준이 낮은 학습자에게는 그 반대 방법이 효과가 있음을 밝혔다. 전희정[26]의 연구에서는 웹기반 PBL에서 학습자의 메타인지가 문제해결과정에 미치는 효과와 스캐폴딩과 메타인지수준 사이의 상호작용 효과를 확인한 결과를 제시하였는데, 메타인지 수준이 높은 피험자는 낮은 피험자보다 해결책에 대한 검토 단계에서만 더 높은 성취도를 나타냈다. 그러나 해결책 선정 및 정당화 단계와 해결책에 대한 검토 단계에서는 메타인지 수준이 낮은 집단에게는 과제중심 스캐폴딩이, 메타인지 수준이 높은 집단에는 과정중심 스캐폴딩이 제공되었을 때 더 높은 성취도를 나타낸다고 하였다.

이와 같이 메타인지 수준에 따른 프로그래밍 언어 학습의 논리적 사고력에 대한 영향에 대한 선행 연구는 매우 부족한 실정이며, 각 연구 결과마다 연구 대상, 방법, 프로그래밍 언어 학습 요소 등에 따라 논리적 향상 정도와 영역이 다르므로, 일반화에 어려움이 있다. 또한 논리적 사고력의 향상이 학습자의 인지 발달에 의한 것인지 프로그래밍 언어 학습에 의한 것인지 분명하지 않아 프로그래밍 언어 학습의 필요성이 부각되었다고 할 수 없다.

본 연구에서는 EPL 학습 뿐만 아니라 컴퓨터 활용 학습이 논리적 사고력에 미치는 영향을 평가하였다. 이러한 작업은 EPL 학습의 논리적 사고력에 대한 효과를 보다 객관화하여 프로그래밍 언어 학습의 필요성을 인식하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 초등학생에게 적합한 EPL 중에 두 언어, 즉, 두리틀과 로고의 논리적 사고력에 대한 영향을 같은 환경과 조건 하에서 실험 측정하여, 프로그래밍 언어 학습의 효과를 보다 일반화하고자 하였다. 또한 실험 결과 데이터를 메타인지 수준에 따라 분류하여, 효과가 발휘되는 학습자 집단을 구체화하고자 하였다.

3. 연구방법 및 절차

본 연구에서는 경기도 광주시에 소재한 OO초등학교 6학년 3개 학급 학생 117명(각 39명)을 연구대상으로 하였으며, 대다수 학생들이 프로그래밍이라는 용어는 알

표 1 연구 설계

집 단	메타인지검사	사전검사	실험처치	사후검사
실험집단	O_1	O_2	X_1	O_2
실험집단	O_1	O_2	X_2	O_2
통제집단	O_1	O_2	X_3	O_2

O_1 : 메타인지수준검사
O_2 : 논리적 사고력 검사
X_1 : 두리틀 교육용 프로그래밍 언어 학습
X_2 : 로고 교육용 프로그래밍 언어 학습
X_3 : 파워포인트를 활용한 학습

고 있으나, 실제 작성 경험은 없었다. 두리틀과 로고 프로그래밍, 파워포인트 학습이 메타인지 수준에 따라 논리적 사고에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해, 학습 전 메타인지와 논리적 사고력 검사를 실시하고 학습 후 논리적 사고력 검사를 실시하여 그 결과를 비교하였다. 연구 설계의 구체적인 모형은 표 1과 같다.

두리틀과 로고 프로그래밍 학습을 위한 주제 및 활동을 선정하기 위하여, 관련된 기존 연구 문헌에 포함된 주제들을 검토하여, 공통 주제를 추출하였으며 표 2에 제시하였다. 두리틀 및 로고 학습 주제에 상응하는 난이도를 지닌 파워포인트 기능들을 추출하기 위하여, 6학년 학생들의 일반적인 컴퓨터 활용 능력을 감안하여, 단순한 텍스트 입력이나 문서 편집의 기본 기능 보다는 논리적 사고를 필요로 하는 교육활동을 추출하고자 하였으며, 파워포인트 프로그램 자체의 고유 기능과 고난이도의 기능들을 포함시켰다. 이는 표 3에 제시하였다.

표 2 두리틀과 로고 학습 계열

차시	학습주제	학습활동
1	프로그래밍이해	EPL 소개
2	기본명령어기초	직선/꺾은선/점선긋기
3	기본명령어적용	삼각형/사각형 그리기
4	반복문 기초	정다각형 그리기
5	반복문 적용	원, 별 그리기
6	도형 만들기	도형 만들기,색칠하기, 선색깔 바꾸기
7	심화활동	닮음, 합동 도형 이용한 풍경 그리기

표 3 파워포인트 학습 계열

차시	학습주제	학습활동
1	파워포인트 이해	파워포인트 메뉴 및 기능 이해
2	도형그리기 기초	다각형의 복사 및 움직이기, 도형그리기
3	도형그리기 응용	겹쳐있는 다각형의 이해 (그룹화, 순서 변경 기능)
4	하이퍼링크 기초	슬라이드 이동하기 (text, 도형의 하이퍼링크)
5	하이퍼링크 응용	나만의 슬라이드 구성하기 (슬라이드 구성을 통한 하이퍼링크 이해)
6	슬라이드 효과	시간에 따라 나타나는 효과 조절 (효과, 타이밍 설정을 통한 애니메이션)
7	심화활동	도형과 하이퍼링크, 효과를 이용한 움직이는 캐릭터 그리기

두리틀과 로고 학습은 학생들이 거북 그래픽을 이용해 점점 복잡한 선과 도형을 그리는 과정으로 구성하여 문제 상황을 이해하고 계획을 수립, 실행함으로써 문제를 해결하도록 교수-학습과정을 구성하였다. 단순히 프로그램을 실행하기 위해 언어를 암기하여 따라해 보는 것이 아니라, 거북 그래픽의 이동경로를 예상하여 연습장에 적어보고, 실제 몸으로 시연해 봄으로써 거북 그래픽의 알고리즘을 분석하고, 오류를 수정하는 시행착오를 거치도록 하였다. 컴퓨터에 직접 명령어를 입력하여 움직임을 확인하고, 입력된 명령어의 순서나 과정에 정답이 없음을 강조하여 똑같은 움직임을 위해 다양한 알고리즘이 존재함을 강조하였고 작성한 코딩을 학급 홈페이지에 탑재하여 친구들과 서로 비교해 보는 활동을 하였다. 또한 전체 학습을 마치고 자체 제작한 평가지를 이용하여 학습 이해도를 점검하였다.

파워포인트 학습은 도형을 그리고 순서에 맞게 편집하며 다양한 방법으로 하이퍼링크와 애니메이션 효과를 주는 활동으로 구성하였다. 단순히 교사의 시연을 학생들이 따라하는 것이 아니라, 복잡한 문제 상황을 스스로 고민하여 해결해야 할 필요성을 느끼고 필요한 기초 기능을 익혀, 해결하는 사고력을 요하였다. 예를 들어, 시간에 따라 애니메이션 효과를 주기 위해 필수 기능을 익혀 각 개체에 다양하고 복잡한 효과 설정을 하여 미리보기 기능을 이용해 수정하고, 최적의 슬라이드를 구성하였다. 또한 필요한 개체를 묶고 애니메이션 효과를 주어 움직이는 캐릭터 만들기와 같은 심화활동을 전개하여 파워포인트 학습이 단순한 기능 습득에 그치는 것이 아니라, 논리적 사고 발달에 긍정적인 교육적 효과를 기대하였다.

논리적 사고 향상도를 측정한 기존 연구의 실험 기간은 대개 6~8주, 주당 한 시간을 기준으로 하였으므로 [1,2,18], 이를 참고하여 객관적 비교 평가를 위해 본 연구에서도 학습 주제들에 대해 2007년 9월 중순부터 11월 초순까지 한 주당 1일 40분씩 7주에 걸쳐 수업을 진행하였다.

메타인지 수준 검사지는 신진수[23]가 MSLQ(Motivation Strategies for Learning Questionnaire)를 번역, 수정한 것을 류현주[29]가 연습, 정교화, 조직화, 비판적 사고, 자기 규제 요인을 중심으로 인지, 메타인지 영역 등에서 31문항으로 축소한 검사지를 사용하였다. 초등학교 6학년생들의 언어 이해수준을 고려하여 검사지를 일부 쉬운 어휘로 수정하였으며, 문항 자체의 변형이나 내

용 수정은 없었다. 학생들에게 30분 정도 시간을 주어 문제를 답하도록 하였으며, 성적이나 행동 평가에 영향을 주지 않음을 강조하여 솔직한 반응을 요구하였다. 검사지의 신뢰도 계수(α)는 .86으로 신뢰도가 비교적 높은 것으로 나타났다.

논리적 사고력을 측정하기 위해 GALT 검사지[30]를 이용하였다. 이 검사지는 기존의 많은 연구 수행에 활용되었던 것으로서 그 신뢰성이 입증된 바 있다[1,2,31]. 논리적 사고력은 6개의 하위 논리로 구분되는데, 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률논리, 상관논리, 조합논리 등이다.

4. 연구결과

두리틀, 로고, 파워포인트 학습 전 세 집단 간의 논리적 사고력 사전검사 평균 분석을 통해 세 집단이 동질집단인지를 알아보고자 일원배치 분산분석(One-Way ANOVA)을 실행하였다. 표 4에서 논리적 사고력에 대한 사전 검사 결과 유의도 .69로 논리적 사고 수준에 있어 세 집단 사이에 유의미한 평균차가 없는 것으로 밝혀졌다. 따라서 세 집단은 동질집단임을 확인할 수 있다. 다음 절에서는 각 집단 학생들의 메타인지 수준에 따른 논리적 사고력의 변화 수치를 제시한 후, 세 집단 간의 비교 분석 결과를 제시하였다.

표 4 학습 집단 간 논리적 사고력 사전검사의 분산분석

실험집단	평균	표준편차	F	유의도
두리틀	6.23	2.833	.367	.694
로고	6.69	2.677		
파워포인트	6.21	2.966		

4.1 각 학습 집단의 논리적 사고력 변화

두리틀, 로고와 파워포인트 학습 집단을 각각 메타인지 상위 수준과 하위 수준 집단으로 구분하고, 메타인지 수준에 따라 각 학습의 논리적 사고력에 대한 영향 정도가 다른지 알아보기 위해 사전, 사후 검사 결과에 대한 대응표본 t 검정을 실시하고 표 5부터 표 7에 제시하였다.

표 5 두리틀 학습 집단의 메타인지 수준별 논리적 사고력 변화

메타인지 수준	N	검사 시기	평균	표준편차	t
상	20	사전	7.70	3.88	-4.54**
		사후	9.90	4.29	
하	19	사전	6.11	2.33	-2.90**
		사후	7.16	3.20	

** p<.01

표 6 로고 학습 집단의 메타인지 수준별 논리적 사고력 변화

메타인지 수준	N	검사 시기	평균	표준편차	t
상	20	사전	8.20	3.27	-3.97**
		사후	10.80	3.66	
하	19	사전	5.63	2.11	-3.12**
		사후	7.37	3.18	

** p<.01

표 7 파워포인트 학습 집단의 메타인지 수준별 논리적 사고력 변화

메타인지 수준	N	검사 시기	평균	표준편차	t
상	20	사전	8.40	2.52	-2.24*
		사후	9.85	3.39	
하	19	사전	5.68	4.0	-.24
		사후	5.84	3.33	

* p<.05

위 표에서 알 수 있듯이 두리틀과 로고 학습 집단의 경우 학습 후에 논리적 사고력은 1% 유의수준을 기준으로 상승하였고, 이는 상위와 하위 메타인지 수준 집단 모두에게 적용되나, T값에 의하면 상위 메타인지 수준의 학생들이 더욱 향상정도가 큼을 알 수 있다. 이는 두리틀과 로고 학습이 논리적 사고력 향상에 유의미한 영향을 끼친다는 [1,2,16]의 연구 결과와 일치하며, 이를 더욱 발전시켜 메타인지 수준에 관계없이 그러한 명제가 성립함을 밝힌 것이다. 반면에 파워포인트 집단은 상위 메타인지 수준의 집단에서만 5% 유의수준 하에서 논리적 사고력이 향상되었음을 볼 때, EPL 교육의 논리적 사고력 향상 효과가 상대적으로 우수함을 알 수 있다.

각 집단의 논리적 사고력의 하위논리 검사 결과를 메타인지 수준별로 제시하면 표 8에서 표 10과 같다. 세 집단의 결과를 종합적으로 살펴보면, 보존과 비례 논리에서 상위 또는 하위 메타인지 수준 집단이 논리적 사고력의 향상에 있어서 유의미한 차이를 가져 왔다. 이에 추가적으로 두리틀과 로고 집단은 조합논리가 유의미하게 향상됨을 나타냈다. 또한 다른 두 집단과는 달리 두리틀 학습 집단은 변인통제논리가 유의미하게 향상되었다.

메타인지 수준별로 살펴보면, 대개 상위 집단에서 5% 유의수준 하에서 차이를 보였으나, 일부 하위논리(두리틀 집단에서 조합논리, 로고 집단에서 비례논리)에서는 하위 메타인지 수준 집단에서도 차이를 보였음을 알 수 있다. 이들 일부 하위 논리의 사전 평균을 보면, 우선 두리틀 집단에서 하위 메타인지 수준 집단의 조합논리가 1.47로서 로고 집단의 대응 평균 수치인 1.89보다 훨씬 낮으므로, 결과적으로 유의미한 차이를 가져왔다고

판단된다. 마찬가지로, 로고 집단의 하위 메타인지 수준 집단의 비례논리 사전 평균은 0.63으로 두리틀 집단의 대응 평균인 1.37보다 매우 낮으므로 유의미한 차이를 가져온 것으로 판단된다.

세 집단에서 모두 보존 논리가 유의미하게 향상된 원인으로서는, 우선 [32]의 연구에서 피아제의 인지발달 단계에서 구체적 조작기의 아동들은 보존 논리가 발달되는 특징을 가진다고 하였으며, [18]에서 초등학교 6학년생들 중에서 구체적 조작기 수준의 아동이 지역별로 다르지만 38%~86%에 달한다고 조사한 결과로부터 찾을 수 있을 것이다.

두리틀과 로고 집단에서 보존 논리 외에 비례와 조합 논리가 유의미하게 향상되었는데, 이는 [1]에서 구체적 조작기의 학습자들이 6주 6차시 두리틀 수업 후에 조합과 비례 논리, [2]에서 8주 8차시 LOGO 수업 후에 역시 조합과 비례논리, 그리고 [18]에서 생활 속 예시와 플로우차트를 중심 주제로 하는 프로그래밍 기초 교육을 7차시 7주 수업한 후에 비례, 조합, 확률 논리가 가장 유의미하게 향상된 것과 일치하는 결과이다. 이러한 결과는 프로그램을 작성하고 오류 수정을 하는 과정에서 아동은 문제해결이나 조합적 사고와 유사한 것을 학습할 것이다[33]라고 하는 주장을 뒷받침하는 것이고, 프로그래밍 활동을 통하여 논리적이고 수학적 경험을 축적함으로써 인지 발달이 촉진될 수 있다고 하는 가능성을 보여준 것이다. 그러나, 비례 논리에 있어서는 다른 집단에 비해서 상대적으로 약하긴 하지만 파워포인트 집단도 유의미한 상승 효과가 나타났는데, 이는 프로그래밍 학습만이 비례논리의 향상 효과를 가져오는 것이 아님을 알 수 있다. 이러한 결과는 [19]의 연구 결과에서 밝혔듯이, 구체적 조작기의 아동들의 하위 논리 형성 순서가 조합 논리와 비례 논리가 가장 우선이지만, 앞서 언급한 대로 EPL 학습과는 달리 파워포인트 학습이 조합논리 향상에는 도움을 주지 못하는 것으로 분석할 수 있다.

두리틀 학습 집단에서 변인통제 논리가 유의미하게 향상된 것은 [1]에서 학습자들이 구체적 조작기에서 형식적 조작기로 전이되는 과도기 단계에서 비례, 보존, 변인통제, 조합 논리의 순서로 향상폭이 큼을 밝힌 연구 결과로부터 뒷받침된다. 구체적 조작기 단계에서 비례, 조합 논리 다음으로 변인통제 논리가 발달되었다는 결과[1]와 일맥 상통한다. 로고 학습과는 달리 두리틀 학습에서 변인통제 논리가 발달하는 이유는 두리틀 언어는 객체지향언어이므로, 로고 언어를 이용할 때와 동일한 작업 결과를 얻게 하기 위하여 두리틀 언어의 객체를 별도로 계속하여 생성하도록 유도한 것과 관련이 있을 것으로 판단된다.

표 8 두리틀 학습 집단의 메타인지 수준별 하위 논리 변화

하위 논리	메타인지 수준	N	검사 시기	평균	표준 편차	t	유의도
보존 논리	상	20	사전	2.30	1.08	-2.34	.030*
			사후	2.90	1.02		
	하	19	사전	2.00	1.15	-.77	.448
			사후	2.21	1.22		
비례 논리	상	20	사전	1.55	1.60	-2.82	.011*
			사후	2.50	2.06		
	하	19	사전	1.37	1.25	.00	1.000
			사후	1.37	1.42		
변인 통제 논리	상	20	사전	.85	.98	-2.23	.037*
			사후	1.40	1.09		
	하	19	사전	.63	.76	-1.15	.262
			사후	.89	.87		
확률 논리	상	20	사전	.95	.945	.567	.577
			사후	.85	.933		
	하	19	사전	.42	.76	-.294	.772
			사후	.47	.77		
상관 논리	상	20	사전	.15	.48	-1.00	.330
			사후	.20	.52		
	하	19	사전	.21	.41	-1.45	.163
			사후	.32	.47		
조합 논리	상	20	사전	1.90	.71	-2.04	.055
			사후	2.20	.69		
	하	19	사전	1.47	.77	-2.35	.030*
			사후	2.05	.91		

*p<.05

표 9 로고 학습 집단의 메타인지 수준별 하위 논리 변화

하위 논리	메타인지 수준	N	검사 시기	평균	표준 편차	t	유의도
보존 논리	상	20	사전	2.45	.82	-2.17	.042*
			사후	2.85	.67		
	하	19	사전	2.32	.58	-1.16	.259
			사후	2.53	1.02		
비례 논리	상	20	사전	1.70	1.92	-2.79	.012*
			사후	3.00	2.00		
	하	19	사전	.63	.83	-4.02	.001**
			사후	1.58	1.30		
변인 통제 논리	상	20	사전	1.25	1.07	-1.99	.061
			사후	1.90	1.33		
	하	19	사전	.53	.84	-1.00	.331
			사후	.79	.97		
확률 논리	상	20	사전	.40	.75	.62	.541
			사후	.30	.65		
	하	19	사전	.11	.31	-2.05	.055
			사후	.42	.76		
상관 논리	상	20	사전	.15	.36	-.43	.666
			사후	.20	.41		
	하	19	사전	.16	.50	.00	1.000
			사후	.16	.37		
조합 논리	상	20	사전	2.25	.44	-2.34	.030*
			사후	2.55	.60		
	하	19	사전	1.89	.56	.00	1.000
			사후	1.89	.56		

*p<.05, **p<.01

표 10 파워포인트 학습 집단의 메타인지 수준별 하위 논리 변화

하위 논리	메타인지 수준	N	검사 시기	평균	표준 편차	t	유의도
보존 논리	상	20	사전	2.30	.86	-3.90	.001**
			사후	3.00	.72		
	하	19	사전	1.79	1.18	-1.07	.297
			사후	2.00	1.20		
비례 논리	상	20	사전	1.45	1.39	-2.09	.050*
			사후	2.30	1.75		
	하	19	사전	.95	1.26	.00	1.000
			사후	.95	.97		
변인 통제 논리	상	20	사전	1.20	1.05	-.15	.881
			사후	1.25	1.25		
	하	19	사전	.63	1.01	-.61	.546
			사후	.79	1.13		
확률 논리	상	20	사전	1.10	.85	1.24	.230
			사후	.80	.89		
	하	19	사전	.63	.89	1.22	.235
			사후	.37	.83		
상관 논리	상	20	사전	.15	.36	-.62	.541
			사후	.25	.55		
	하	19	사전	.16	.37	.00	1.000
			사후	.16	.37		
조합 논리	상	20	사전	2.20	.83	-.32	.748
			사후	2.25	.96		
	하	19	사전	1.53	.77	-.25	.804
			사후	1.58	1.01		

*p<.05, **p<.01

4.2 학습 집단 간 비교

앞 절에서 각 학습 후에 논리적 사고력의 변화를 살펴보았다. 이 절에서는 학습 종류에 따라 논리적 사고력 향상 정도의 차이가 발생하는지 알아보기 위하여 학습 집단 간의 평균 비교를 실시하였다. 표 11에 제시한 대로, 메타인지 수준별로 나누어 일원배치 분산 분석을 실시한 결과 상위 수준이나 하위 수준에서 모두 유의미한 평균 차이가 발생하지 않았다. 유의도 수치를 살펴 볼 때, 하위 메타인지 수준 집단의 사후검사에서 학습 집단 간의 평균 차이가 보다 큰 것으로 확인되었는데, 이는 타 종류의 학습 후에 비해 파워포인트 학습 후에 논리적 사고력이 적게 상승하였기 때문이다.

표 11 메타인지 수준별 학습 집단 간 논리적 사고력의 변화

메타 인지 수준	집단	사전검사				사후검사			
		평균	SD	F	유의도	평균	SD	F	유의도
상	두리틀	7.70	3.88	.697	.502	9.90	4.29	1.175	.316
	로고	8.20	3.27			10.8	3.66		
	PPT	8.40	2.52			9.85	3.39		
하	두리틀	6.11	2.33	.317	.730	7.16	3.20	1.540	.224
	로고	5.63	2.11			7.37	3.18		
	PPT	5.68	4.0			5.84	3.33		

전체 논리적 사고력의 평균에 대해서는 위와 같이 유의미한 차이가 발생하지 않았으나, 보다 세부적으로 알아보기 위하여, 각 하위논리별로 학습 집단 간에 F 검정을 실시하였다. 표 12는 상위 메타인지 수준의 학생들을 대상으로 사전과 사후 검사를 실시한 결과이다. 앞 절에서 각 학습 집단에서 보존과 비례 논리는 유의미하게 향상됨을 알 수 있었으나, 표에 제시한 대로 집단 간에 향상 정도에 있어서 유의미한 차이는 발견되지 않았다. 뿐만 아니라, 사후 검사에서 정도의 차이는 다소 발생하나, 다른 하위 논리에 대해서도 집단 간 유의미한 차이는 없음을 알 수 있다. 그러나, 사후검사 결과 확률 논리를 제외하고 변인통제나 조합 논리에서 F 값이 가장 커서, 집단 간 차이가 가장 크게 발생하였다. 확률 논리는 사전 검사에서 집단간 차이가 가장 크게 발생했으며 이 영향이 사후 검사에도 반영된 것으로 보이는데, 이는 각 집단에 해당하는 학급의 정규교과 학습 진도 차이에 기인한 것으로 판단된다.

표 13은 하위 메타인지 수준 집단의 사전과 사후 검사 결과에 대해 학습 종류 간의 평균차를 분석한 것이다. 상위 메타인지 수준의 경우와 마찬가지로, 모든 하위 논리 영역에서 사후 검사 결과 유의미한 평균차를 보이지 않았다. 그러나, 조합 논리와 비례 논리에서 평균차가 가장 큰 것을 알 수 있다. 이는 앞 절에서 제시한대로 파워포인트 집단이 조합과 비례 논리에서 상대적인 향상 정도가 적었던 것에 기인한다.

기존 연구[1,2,16,18]에서 교육용 프로그래밍 언어 학습이 논리적 사고력을 증진시킨다고 주장하였으나, 본 연구에서는 이를 한층 더 발전시켜, 교육용 프로그래밍 언어 뿐만 아니라, 소프트웨어 활용 교육의 주요 도구인 파워포인트 학습도 논리적 사고력을 일부 향상시킴을 알 수 있다. 또한 논리적 사고력 향상 정도에 있어서 세 종류의 학습 집단 간에 유의미한 차이가 없음을 알 수 있고, 이러한 현상은 상위나 하위 메타인지 수준의 학생들에게 공통적으로 발생하였다. 보다 구체적으로 모든 하위 논리 영역에 있어서도 마찬가지로, 논리적 사고력의 향상 정도는 학습 종류 간에 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다. 이는 앞 절에서 언급한 바와 같이, 파워포인트 집단에서는 조합논리나 변인통제 논리에 있어서 유의미한 향상이 없었지만, 구체적 조작기에 발달하는 특징을 가진 보존 논리와 비례 논리의 유의미한 향상이 있었기 때문이며, 따라서 두리틀과 로고 집단의 결과와 유의미한 차이를 발생시키지 않은 것으로 분석된다.

표 12 상위 메타인지 수준 집단의 학습 집단 간 하위 논리 변화

하위 논리	집단	사전검사				사후검사			
		평균	SD	F	유의도	평균	SD	F	유의도
보존	두리틀	2.30	1.08	.173	.841	2.90	1.02	.173	.841
	로고	2.45	.83			2.85	.67		
	PPT	2.30	.87			3.00	.73		
비례	두리틀	1.55	1.61	.116	.891	2.50	2.07	.689	.506
	로고	1.70	1.92			3.00	2.0		
	PPT	1.45	1.4			2.30	1.75		
변인통제	두리틀	.85	.99	.880	.420	1.40	1.1	1.53	.225
	로고	1.25	1.07			1.90	1.33		
	PPT	1.20	1.06			1.25	1.25		
확률	두리틀	.95	.945	3.73	.030*	.85	.933	2.64	.08
	로고	.40	.75			.30	.65		
	PPT	1.10	.85			.80	.89		
상관	두리틀	.15	.49	.000	1.000	.20	.7	.052	.949
	로고	.15	.37			.20	.41		
	PPT	.15	.37			.25	.55		
조합	두리틀	1.90	.72	1.53	.226	2.20	.7	1.21	.307
	로고	2.25	.44			2.55	.61		
	PPT	2.20	.83			2.25	.97		

*p<.05

표 13 하위 메타인지 수준 집단의 학습 집단 간 하위 논리 변화

하위 논리	집단	사전검사				사후검사			
		평균	SD	F	유의도	평균	SD	F	유의도
보존	두리틀	2.00	1.16	1.30	.280	2.21	1.23	1.00	.374
	로고	2.32	.58			2.53	1.02		
	PPT	1.79	1.18			2.00	1.20		
비례	두리틀	1.37	1.26	2.01	.144	1.37	1.42	1.26	.291
	로고	.63	.83			1.58	1.31		
	PPT	.95	1.27			.95	.97		
변인통제	두리틀	.63	.76	.091	.913	.89	.88	.070	.932
	로고	.53	.84			.79	.98		
	PPT	.63	1.01			.79	1.13		
확률	두리틀	.42	.76	2.68	.078	.47	.77	.084	.919
	로고	.11	.31			.42	.76		
	PPT	.63	.89			.37	.83		
상관	두리틀	.21	.42	.093	.912	.32	.75	.562	.573
	로고	.16	.50			.16	.38		
	PPT	.16	.38			.16	.38		
조합	두리틀	1.47	.77	1.98	.148	2.05	.91	1.52	.229
	로고	1.89	.57			1.89	.57		
	PPT	1.53	.77			1.58	1.02		

5. 결 론

본 연구에서는 메타인지 수준별로 학생들을 분류하여 교육용 프로그래밍 언어가 논리적 사고에 미치는 영향을 분석하기 위해, 두리틀과 로고의 기본 기능을 교육하였으며, 또한 현행 주요 소프트웨어 교육 중의 하나인 파워포인트 학습 결과와 비교하였다.

실험 결과를 종합해 보면, 두리틀과 로고 학습 후에 논리적 사고력의 증진 효과는 상위와 하위 메타인지 수준의 집단에서 모두 유의미하게 나타났으나, 파워포인트 학습 후에는 상위 메타인지 수준의 집단에서만 유의미하게 나타났다. 세 학습 집단 모두에서 상위 메타인지 수준의 학생들에 대하여 보존논리와 비례논리가 유의미하게 향상되었으며, 이에 추가적으로 두리틀 학습 집단은 변인통제 논리가, 로고 학습 집단은 조합논리가 유의미하게 향상되었다. 반면에 메타인지 수준이 낮은 학생들 중 두리틀 학습 집단은 조합논리에서, 로고 학습 집단은 비례논리에서만 유의미한 차이가 나타났다. 또한 세 학습 집단 간에 논리적 사고력의 향상 정도 차이를 분석한 결과 메타인지 수준에 상관 없이, 유의미한 차이가 발생하지 않음을 알 수 있었다.

연구 결과에 따르면, 파워포인트 학습에 비해 두리틀과 로고 학습이 논리적 사고력 증진에 효과가 높다는 것을 알 수 있으나, 세 학습 집단 간에 유의미한 정도 차이는 발생하지 않았으므로, 프로그래밍 언어 학습 뿐만 아니라, 응용 소프트웨어 교육도 논리적 사고력 증진에 도움될 수 있음을 알 수 있었다. 또한 논리적 사고력의 증진은 상위 메타인지 수준의 학생들에게서 더욱 두드러져, 유의미하게 향상됨을 알 수 있었다. 향후 연령대가 다른 학생들을 대상으로 조사하고, 파워포인트 외의 응용 소프트웨어를 학습 도구로 삼아, 연구를 확장할 필요가 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

[1] 권창미, "프로그래밍 수업이 인지발달 수준과 논리적 사고에 미치는 효과", 안동대학교 석사학위논문, 2007.

[2] 현혜경, "LOGO 프로그래밍 학습이 논리적 사고에 미치는 영향", 안동대학교 석사학위논문, 2006.

[3] 홍순정, 지능과 창의성, 서울: 양서원, 1999.

[4] S. Kanemune, S. Fukui, Y. Kuno, T. Nkatani, R. Mitarai., "Dolittle-Experiences in Teaching Programming at K12 Schools," Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing, pp. 177-184, 2004.

[5] 최경은, "교육용 프로그래밍 언어 '두리틀(Dolittle)'의 수학교육 적용", 고려대학교 석사학위논문, 2005.

[6] 최해심, "객체지향형 교육용프로그래밍언어 두리틀의 다중예약어지원체계", 고려대학교 석사학위논문, 2005.

[7] S. Papert, Mindstorm: children, computers, and powerful ideas. New York, Basic Books, 1980.

[8] 길혜민, "중등교육에 있어서 객체지향형 EPL '두리틀'의 적용", 고려대학교 석사학위논문, 2004.

[9] 김홍원, "자기교시 훈련이 상위인지, 귀인양식 및 과제성취도에 미치는 영향", 성균관대학교 박사학위논문, 1993.

[10] J.H. Flavell, "Metacognitive and cognitive monitoring: A new area of cognitive: Developmental inquiry," American Psychologist, Vol.34, No.10, pp. 906-911, 1979.
[11] 김경미, "객체지향형 교육용 프로그래밍 언어 '두리틀(Dolittle)'의 수학교육활용", 고려대학교 석사학위논문, 2004.
[12] 김길현, "수학적 패턴에 관한 LOGO 프로그래밍 학습 효과 연구", 서울교육대학교 석사학위논문, 2006.
[13] 최은조, "성인 여성의 컴퓨터교육에 있어서 객체지향형 EPL 두리틀의 적용 및 분석", 고려대학교 석사학위논문, 2004.
[14] J. Suomala, "Eight-year-old-pupils' Problem-solving Processes within a LOGO Learning Environment," Scandinavian journal of educational research, Vol.40, No.4, pp. 291-310, 1996.
[15] Z. R. Mevarech, E. Kapa, "The effects of a problem-solving based Logo environment on children's information processing components," The British journal of educational psychology, Vol.66, No.2, pp. 181-196, 1996.
[16] 김수환, 이재학, "논리적 사고력 신장을 위한 LOGO 프로그래밍 활동의 효과 분석", 한국수학교육학회, Vol.31 No.2, pp. 11-22, 1992.
[17] 류향미, "LOGO 프로그래밍 학습이 논리적 사고 기능 향상에 미치는 효과", 연세대학교 교육대학원 석사학위논문, 1994.
[18] 강해진, "프로그래밍 기초 능력 배양을 통한 아동의 논리적 사고력 신장에 관한 분석", 숙명여자대학교 교육대학원 석사논문, 2004.
[19] 전만중, 김정랑, "초등학생의 논리적 사고력과 컴퓨터 활용 능력과의 관련 연구", 한국정보교육학회, Vol.6 No.1, pp. 165-175, 2001.
[20] 박소영, 김석우, "인지적 도제학습이 메타인지와 학습태도에 미치는 영향 :초등학교 음악수업을 중심으로", 교육평가연구, Vol.20, No.1, pp. 141-164, 2007.
[21] 장금성, 김남영, 류세앙, 김윤민, 정경희, "간호관리학 임상실습에서 협력학습이 메타인지 수준에 따라 문제해결과정에 미치는 영향", 간호행정학회지, Vol.13, No.2, pp. 191-198, 2007.
[22] H.L. Swanson, "The influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving," Journal of education Psychology, Vol.86, No.2, pp. 290-302, 1990.
[23] 신진수, "웹에서의 정보 제시 방법이 학습자의 메타인지 수준에 따라 학업 성취도에 미치는 효과", 한국교원대학교 석사학위논문, 2000.
[24] 오선아, 진화봉, "하이퍼텍스트 학습환경에서 학습전략, 메타인지, 작동기억이 성취도에 미치는 영향", 교육정보미디어연구, Vol.10, No.1, pp. 35-63, 2004.
[25] 박선화, 서순식, "웹기반 프로젝트 학습에서 학습자의 메타인지 수준에 따른 피드백 유형의 고찰", 한국정보교육학회, Vol.10, No.2, pp. 377-384, 2005.
[26] 전희정, "웹기반 PBL에서 학습자의 메타인지와 스캐폴딩 유형이 문제해결과정에 미치는 효과", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.7, No.2, pp. 161-169, 2007.
[27] 강명희, 송윤희, 박성희, "웹 기반 문제중심학습에서 메타인지, 몰입, 상호작용과 문제해결력의 관계", 교과교육학연구, Vol.12, No.2, pp. 293-315, 2008.
[28] B. Kramarski, Z. R. Mevarech, "Cognitive-metacognitive training within a problem-solving based Logo environment," The British journal of educational psychology, Vol.67, No.4, pp. 425-446, 1997.
[29] 류현주, "웹 기반 PBL 환경에서 메타인지 전략의 지원 방법이 창의적 문제해결에 미치는 영향", 한양대학교 석사학위논문, 2006.
[30] V. Roadrangka, R.H. Yeany, M.J. Padilla, "The construction and validation of group assessment of logical thinking (GALT)," The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, 1983.
[31] 노정원, "과학 교육 연구에 사용된 GALT 완본과 축소본에 대한 조사 연구", 이화여자대학교 석사학위논문, 1998.
[32] 김현재, 피아제의 이론과 임상법 실재, 배영사신서, 1994.
[33] C. K. Blackwelder, "Logo: A possible aid in the development of piagetian formal reasoning," In Dissertation Abstracts International 47/11A, pp. 40-43, Publication No. AAC8703946.

홍 재 운
2002년 경인교육대학교 초등교육학과(학사). 2008년 경인교육대학교 교육대학원 컴퓨터교육과(석사). 2009년~현재 양벌초등학교 교사. 관심분야는 교육용프로그래밍언어, 정보영재교육, 멀티미디어

이 수 정
1985년 이화여자대학교 졸업(학사). 1990년 Texas A&M 대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사). 1994년 Texas A&M 대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1995년~1998년 삼성전자 통신개발실 선임연구원 1998년~현재 경인교육대학교 컴퓨터교육과 교수. 관심분야는 컴퓨터교육, 인간 컴퓨터 상호작용, 라우팅 알고리즘, 신경망, 개인화된 웹 검색