

초등학교 프로그래밍 수업 과정의 과학적 분석

송정범*, 정복문, 이태욱**

The scientific analysis of programming instructional process in elementary school

JeongBeom Song *, BokMun Jeong, TaeWuk Lee **

요약

이 연구에서는 비주얼베이직, 스크래치, 교육용 로봇의 한 종류인 피코 크리켓을 활용한 초등학교 프로그래밍 수업의 과정적인 모습을 과학적으로 분석하고자 하였다. 인지적인 영역의 분석은 창의성 검사로 했으며, 수업의 과정적인 분석은 최근 수업 장학에 널리 사용되고 있는 학생 과업 집중도와 학생 활동 소요 변인 분석법을 활용하였다. 분석 결과 창의성에서는 세 교구를 활용한 집단 모두 수업 전보다 향상은 있었지만, 유의미한 향상은 아닌 것으로 분석되었다. 학생 과업집중 분석 결과의 수업 시점에 따른 결과를 살펴보면 피코크리켓 활용 집단과 스크래치 활용 집단은 약간의 하락을 나타냈으나, 비주얼베이직 활용 집단의 과업 집중도가 현저하게 떨어지는 것으로 나타났다. 마지막으로 학생 활동 소요 변인 분석 결과는 스크래치와 피코 크리켓 활용 집단에서 토론·토의, 프로그래밍에 비교적 많은 시간이 할애된 반면 비주얼베이직 활용 집단의 경우 코딩 에러 수정에 많은 시간이 할애되었다. 다만 피코 크리켓 활용 집단에서는 교구의 준비와 기기 점검 등의 준비 활동에 많은 시간이 할애됨을 알 수 있어 수업 설계 시 반영해야 할 사항으로 분석되었다. 이를 통해 초등학교 프로그래밍 교육에서는 비주얼베이직 언어보다는 스크래치와 같은 교육용 프로그래밍 언어와 교육용 로봇을 적절히 활용하는 것이 학생들의 학습 집중도와 수업 시간 운영에 효과적인 대안이 될 수 있을 것으로 판단되었다.

▶ Keywords : 프로그래밍 수업 과정, 과학적 수업 분석

Abstract

This study intends to analyse the programming class with visual-basic, scratch and pico-cricket in elementary school. The study analyses cognitive domain by creativity tests and instructional process by student

• 제1저자 : 송정범 • 교신저자 : 이태욱
• 투고일 : 2012. 08. 25, 심사일 : 2012. 09. 17, 게재확정일 : 2012. 09. 25.
* 공주교육대학교부설초등학교
** 한국교원대학교 컴퓨터교육과

task engagement and the required factor of student's activity—nowadays, a lot of encouragement of learning use-. According to the result, The creativity of groups who use three teaching aid improves, but it hasn't any meaning. according to the student task engagement analysis by instructional process, According to the student task engagement analysis by instructional process, The concentration of group that uses pico-cricket and scratch falls down a little, but The concentration of group that uses visual-basic falls down remarkably. At last, according to the result of the required factor of student's activity, scratch and pico-cricket spend time discussing and programming, but visual-basic spends time correcting coding error. But pico-cricket spends much time preparing teaching aid or checking instrument, so this fact has to reflect when teacher plans his class. Through this fact, scratch and pico-cricket are better than visual basic as effective teaching aid when teacher teaches programming.

▶ Keywords : Programming instructional process, scientific analysis of class

I. 연구의 필요성과 목적

2005년 12월 정보통신기술교육 지침이 소프트웨어 활용 중심의 내용에서 컴퓨터과학 중심으로 개편되었다(1). 컴퓨터과학 교육은 컴퓨터의 구성 원리를 지도하는 것으로 구체적인 내용으로는 자료구조, 운영체제, 데이터베이스, 프로그래밍 등을 들 수 있으며, 이는 학습자들의 창의성, 문제해결력 computational thinking 능력 향상을 그 목적으로 한다. 이중 computational thinking은 컴퓨터 과학자처럼 사고하는 방식으로, 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 따른 문제 해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 위한 사고로 정의되며 재귀적 사고, 추상적 사고, 선행적 사고, 절차적 사고, 논리적 사고, 동시적 사고, 분석적 사고, 전략적 사고 등을 포함한다(2). 한편 최근 computational thinking 능력을 향상시키기 위한 방법 중 하나로 프로그래밍 교육을 들고 있다(3). 하지만 이러한 프로그래밍 교육의 효과성에도 불구하고 학교 현장에서는 아직까지 스크립트 방식 프로그래밍 언어에 대한 학습자의 인지적인 부담감 및 흥미 부족으로 외면 받고 있는 실정이다(4). 이에 기존 프로그래밍 교육의 문제점에 대한 대안으로 교육용 프로그래밍 언어와 교육용 로봇을 프로그래밍 학습 교구로 활용한 연구가 속속 발표되고 있다. 대부분의 연구에서 교육용 프로그래밍 언어와 로봇 프로그래밍 교육은 학습자의 창의성, 문제해결력, computational thinking 능력 향상에 도움이 되는 것으로 밝혀지고 있다(5)(6)(7). 따라서 기존 연구에 의해 교육용 프로그래밍 언어와 로봇 프로그래밍 교육은 창의성, 문제해결력 등의 대한 효과성이 검증되었기 때문에 이제는 수업의 과정에서의 특이점을 찾아 학

교 현장 일반화에 도움을 줄 수 있는 연구가 필요하다. 이를 위해서 우선적으로 수업의 과정을 분석하고 평가하는 여러 척도를 고려하여 비주얼베이직, 스크래치, 로봇 등과 같은 프로그래밍 학습 교구 활용 수업 과정의 특징과 차이점을 도출해야 하겠다. 따라서 이 연구에서는 비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓 로봇을 활용한 프로그래밍 수업을 수업의 과정적인 측면을 분석할 수 있는 분석 척도인 학생 과업 집중도 분석, 학생 활동 소요 변인 분석 방법에 의거하여 총체적으로 수업을 분석하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 프로그래밍교육의 효과

최근의 프로그래밍 교육은 초·중등 학생들 대상으로 컴퓨터의 과학적인 원리를 체득하고 창의성 향상을 목적으로 하고 있다. 이러한 목적으로 최근 국내에 교육용 프로그래밍 언어와 교육용 로봇이 다양하게 소개되고 있다. 한편 스크래치와 피코크리켓 로봇 프로그래밍 교육의 효과를 살펴보면 다음과 같다. 스크래치는 비주얼베이직 언어 등과 같은 스크립트 방식의 언어와 비교 연구가 많이 수행되었으며, 비주얼베이직 등의 스크립트 방식의 언어보다 프로그래밍에 대한 학습자들의 내재적 동기를 유발하여 창의적 문제해결력을 향상된다는 연구 결과가 많은 편이었다(8)(9). 한편 피코크리켓은 초등학생들도 비교적 손쉽게 로봇을 제작할 수 있으며, 자신이 만든 로봇을 제어하는 과정에서 흥미롭게 프로그래밍을 할 수 있다는 장점을 지니고 있으며, 학습자의 문제해결력, 창의성 등에 효과적인 것으로 밝혀지고 있다(10).

2. 학교 현장의 프로그래밍 교육

정인기(2010)는 각 시·도교육청에서 채택한 교재 총 13종에서 어떤 프로그래밍 언어를 사용하였는지 분석을 하였고 그 결과는 표 1과 같다고 제시하였다(11).

표 1. 초등학교 컴퓨터교육 교과서에 소개된 프로그래밍 언어 분석
Table 1. Programming language analysis on computer textbook

프로그래밍 언어	의사 코드	베이직	비주얼베이직	로고	없음
해당 교과서 수	2	3	3	3	2

표 1의 내용을 살펴보면 각 교재에서 다룬 프로그래밍 언어로는 의사코드 및 스크립트 방식의 베이직, 비주얼 방식의 비주얼베이직, 로고 등으로 매우 다양했다. 그러나 최근 연구 결과에 의해 초등학생들의 창의성, 문제해결력 등의 고등 사고력 향상에 효과가 있음이 밝혀지고 있는 스크래치, 두리틀, 엘리스 등의 교육용 프로그래밍 언어가 소개되지 않았다. 이는 연구자와 학교 현장 교육과의 괴리가 있음을 알려주는 것으로 교과서 집필진들의 최근 프로그래밍 교육 연구 결과 검토의 미흡도 이유가 될 수 있다(11). 또한 프로그래밍 교육의 기존 연구는 창의성, 문제해결력 등의 효과성 검증에 집중되어 왔다. 따라서 초등학교 교육에서의 현장 적용의 적합성에 대한 정확하고 풍부한 분석이 이루어지지 않았기 때문에 판단할 수도 있겠다. 실제로 최근 프로그래밍 언어에 대한 학습자 효과에 대한 분석은 어느 정도 이루어지긴 했지만, 대부분의 연구가 학습자의 학습 결과를 토대로 한 것이기 때문에 학교 현장에서의 활용성을 판단하기 힘든 실정이다. 또한 이러한 문제는 현장에서 교육용 로봇을 활용하는 경우에도 마찬가지로 지어서 향후 수업의 과정을 살펴볼 수 있는 총체적인 분석이 필요하겠다.

3. 프로그래밍 교육의 학습효과 분석방법

학습 효과를 분석하는 방법에는 인지적 검사지를 활용하여 실험 처치 전·후를 비교하는 방법이 많이 활용되고 있다. 검사지를 활용한 효과 분석 방법은 비교적 객관적이고 손쉽게 학습자의 수업 후 달라진 부분을 확인할 수 있다는 것이 장점이다. 실제로 기존 스크래치와 피코크리켓 등을 활용한 프로그래밍 교육과 관련된 연구 결과를 살펴보면 창의성, 문제해결력, 논리적 사고력, 자기주도적 학습능력, 프로그래밍 학습 동기, 흥미 등의 인지적 검사지 및 설문지를 효과 검증에 집

중되어 있음을 알 수 있으며, 그 결과는 다음 표 2와 같다.

표 2. 기존 프로그래밍 교육 연구에서의 효과성 검증 방법
Table 2. Effectiveness of programming education

연구자	창의성	문제 해결력	논리적 사고력	학습 동기 및 태도	기타 검사 및 설문지	기타
김승연 외 1인(12)				○		
윤일규(13)			○			
박용철 외 1인(14)					○	
안경미 외 2인(15)					○	
양권우(16)				○	○	학업 성취도
심재권 외 2인(17)					○	몰입
한선관 외 2인(18)					○	게임 중독 검사지
배혁진 외 2인(19)			○		○	문제 해결 성향
김종훈 외 4인(20)	○					
전윤주 외 2인(21)	○					
이진영 외 2인()		○		○		

수업에는 교사, 학생이 참여하는 역동적인 상호작용이 존재하지만, 인지적 검사지를 활용한 학습의 효과성 분석은 수업의 과정보다는 학습자의 최종 결과만을 살펴볼 수 있기 때문에 수업의 총체적인 상황을 확인하기에는 한계가 있을 수 있다. 또한 현재의 좋은 수업의 척도에는 학습의 결과인 성취도뿐만 아니라 학습 과정 중 일어나는 학생의 과제 집중, 학습 활동의 요소와 같은 다양한 요소들로 구성되기 때문에 수업의 과정을 총체적으로 살펴볼 필요가 있는 것이다. 물론 김경현의 연구(22)에 의해 교육용 로봇의 효과성 분석의 한 방법으로 학생 과업 집중, 행동 요소 분석, 참여의 능동성 분석 등이 소개되었지만, 이는 교육용 로봇이 컴퓨터 교육과정 내용이 아닌 정규 수학, 과학 교육과정에 활용되는 수업 상황에서 분석이기에 이 연구와는 차이가 있다고 할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 근래에 교육 현장에서 활용되고 있는 과학적인 수업 분석 방법인 학생 과업집중 분석, 학생 행동 요소별 분석법을 활용하여 프로그래밍 수업 교구의 효과를 측정하였다.

III. 연구방법

1. 연구 대상

이 연구에는 초등학교 6학년 3개 학급 총 93명이 참여하였다. 특히 각 학급 당 총 31명 중 남학생 15명, 여학생 16명으로 성비가 적합하게 구성되어 있어 연구 진행에 적합하였다. 한편 총 3개의 학급 중 각각 한 학급씩 비주얼베이직, 스크래치, 피코 크리켓으로 프로그래밍 교육을 실시하였다.

2. 프로그래밍 수업에 사용된 교구

이 연구에서는 초등학교 프로그래밍 수업의 과정을 분석하기 위해서 비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓 총 세 개의 교구를 선택하였으며 그 이유는 다음과 같다. 비주얼베이직은 아직까지 학교 현장과 컴퓨터 교재에서 많이 사용되고 있다. 최근 소개되고 있는 교육용 프로그래밍 언어로는 스크래치, 두리틀, 엘리스, 로고, 스크, 교육용 로봇에는 Lego-NXT, Picocricket, Pro-Bot, 카이로봇, 로보로보 등이 활용되고 있다. 이 연구에서는 교육용 프로그래밍 언어 중 프로그래밍 명령 블록이 한글화가 되어 있는 스크래치를 선택하였다. 교육용 로봇은 레고 블록 형태로 초등학교생들도 비교적 조립이 용이한 피코 크리켓을 선택하여 분석을 하고자 하였다.

3. 교육내용 및 수업안 작성

이 연구에서는 집단별 비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓을 활용한 프로그래밍 학습을 각각 진행하였다. 활용하는 교구의 차이가 교육 내용의 차이를 가져올 수 있기 때문에 세 집단에 처치할 교육 내용을 사전에 지도안으로 작성하고 이를 검토하고 수정·보완하는 과정을 거쳤다. 특히 비주얼베이직 프로그래밍 교육에서는 충청남도교육청에서 발행한 초등학교 6학년용 컴퓨터 교재를 재구성하여 지도안을 작성하였다. 교육 목표는 초등학교 정보통신기술교육 운영 지침 교육 내용을 참고하여 총 6차시 분량으로 설계하였으며, 구체적인 내용은 표 3과 같다. 수업안의 작성은 프로그래밍 교육 경험이 있는 초등학교 교사 10인이 이 연구에서 설정한 목표를 도달하기 위해 비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓 각 도구에서의 최적의 활동을 구상하여 작성하였다. 수업안의 종류는 모두 3종류이며, 비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓을 프로그래밍 도구로 선택하여 작성하였다. 이 연구에서 설정한 수업 목표는 '조건문 중 if문을 이해하여 간단한 프로그램을 제작할 수

있다' 이며, 이를 위해 구안된 각 도구별 최적의 활동과제는 다음과 같다. 스크래치에서는 만약-라면(if-then) 명령 블록을 활용하여 pingpong 게임을 제작하기, 피코크리켓에서는 빛센서와 전구를 활용하여 어두워지면 전구의 불이 커지는 활동과제를 수행하도록 하였다. 한편 비주얼베이직에서는 음료수 자판기 프로그램을 제작하는 활동과제를 수행하도록 하였다.

표 3. 집단별 차시별 프로그래밍 학습 내용
Table 3. Programming learning content by each group and class

차시	비주얼 베이직	스크래치	피코크리켓
1-2	비주얼베이직의 사용법 배우기 (메뉴 기능익히기, 컴포넌트 배치 방법 배우기)	스크래치의 사용법 배우기 (기본 기능 익히기, 명령 블록 사용법 배우기)	피코크리켓의 사용법 배우기 (로봇의 기본 장치 익히기, 명령 블록 사용법 배우기)
3-4	비주얼 베이직 프로그래밍의 기본적인 방법으로 익히고 실습하기 (기본적인 문법 익히기, 이벤트 개념 배우기)	스크래치 프로그래밍의 기본적인 방법을 익히고 실습하기 (관찰블록과 연산블록의 기본적인 활용법 배우기)	피코크리켓 프로그래밍 방법을 익히고 실습하기 (전구에 불을 켜고 끄는 기본적인 활용법 배우기)
5-6	만약-라면(if-then) 명령어를 활용하여 음료수 자판기 프로그램 제작하기	만약-라면(if-then) 명령 블록을 활용하여 "공 튀기기" 게임 제작하기	만약-라면(if-then) 명령 블록을 활용하여 "어두워지면 전구에 불을 켜는 프로그램" 제작하기

4. 연구 설계

이 연구에서는 실험 집단과 통제 집단을 임의로 선정하여 실시하는 이질 통제집단 전후검사 설계 모델을 사용한다. 먼저 사전검사를 통해 세 집단의 창의성 수준을 비교하여 동질 집단임을 확인한다. 이후, 각 집단별 다른 언어 또는 교구 즉 비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓을 집단별로 활용하여 총 6차시의 프로그래밍 수업을 실시하였다. 수업 실시 후 사후검사를 실시하여 세 집단의 인지적인 영역인 창의성의 변화정도를 살펴보았으며, 수업 과정 중의 특징을 살펴보고자 녹화한 수업 동영상으로 과제 집중도, 학생 활동 소요 변인을 분석하였다.

이 연구의 구체적인 실험 설계는 그림 1과 같다.

G ₁	O ₁	X ₁	O ₂
G ₂	O ₃	X ₂	O ₄
G ₃	O ₅	X ₃	O ₆

- G₁ : 비주얼베이직 프로그래밍 수업 집단
 G₂ : 스크래치 게임 프로그래밍 수업 집단
 G₃ : 피코크리켓 로봇 프로그래밍 수업 집단
 O₁, O₃, O₅: 사전 검사(창의성 검사)
 X₁ : 비주얼베이직 프로그래밍 수업
 X₂ : 스크래치 게임 프로그래밍 수업
 X₃ : 피코크리켓 로봇 프로그래밍 수업
 O₂, O₄, O₆ : 사후 검사(창의성 검사 및 과업 집중도, 학생 활동 소요 변인)

그림 1. 실험 설계
 Fig. 1. Design of Experiments

5. 연구절차

연구의 절차를 기간별 연구 내용으로 나타내면 표 4와 같다.

표 4. 연구 절차
 Table 4. Research procedures

기간	연구 내용
2011년 7월-2011년 9월	연구 대상자 선정 및 사전 검사
2011년 10월	교사 연수 및 수업 동영상 촬영
2011년 11월-2011년 12월	수업분석 및 결과해석

5.1 연구 대상 선정 및 사전 검사

집단의 동질성 여부를 사전에 검증하기 위해 세 집단을 대상으로 9월에 실시한 창의성 검사 결과를 활용하였다.

세 집단 모두 프로그래밍 수업에 대한 경험이 없는 학생들을 대상으로 하였기 때문에 프로그래밍 관련 직접적인 성취를 확인할 수 없었다. 따라서 초등학교에서 프로그래밍 교육의 궁극적인 목적이 될 수 있는 창의성 검사를 활용하여 동질집단인지 알아보았다.

5.2 교사 연수 및 수업 동영상 촬영

수업을 담당하는 교사에 따라 결과의 차이를 가져올 수 있기 때문에 교사 연수를 실시하였다. 피코크리켓을 활용하여 프로그래밍 수업을 적용하는 집단의 지도교사는 피코크리켓에 포함된 센서의 활용법, 로봇 제작 방법, 로봇 제어 방법 등의 내용을, 스크래치를 적용할 지도교사는 스크래치로 프로그래밍 수업의 효과를 최대한 올릴 수 있도록 하기 위해 간단한 게임을 제작하면서 프로그래밍을 교육하는 방법을 연수하였다. 비주얼베이직의 경우에는 비주얼베이직을 다룰 수 있는 교사를 선택하여 학생들에게 되도록 쉽게 다가갈 수 있는 프로젝트 중심으로 연수를 하였다. 공통적으로는 수업을 담당한 세 명의 교사들은 수업연구대회에서 1등급을 수상한 교사로 연구 결과에 영향을 미칠 교사 요인을 최소화 할 수 있도록

고려하였다. 한편 집단별로 실시한 프로그래밍 수업에서 체계적인 수업 정보의 수집을 위해 동영상 촬영 방법을 사용하였다. 수업 장면을 녹화하기 위해서 사용된 카메라는 총 4대인데, A카메라는 전체화면, B와 C 총 2대의 카메라는 학생 활동, D는 교사의 활동을 주로 촬영하도록 하였으며, 촬영된 수업 동영상은 분석에 활용되었다.

5.3 수업분석

수업분석에서 중요한 점은 분석을 하는 분석자간의 신뢰도를 높이는 것이다. 따라서 수업 분석자는 현장 교사 중 수업 전문가라고 할 수 있는 수업연구대회에서 1등급을 수상한 교사들로 선정하였다. 또한 수업분석에 앞서 수업분석에 대한 사전 연수를 실시한 후 같은 수업을 분석한 후 분석자간 신뢰도를 측정하는 한 방법을 사용하여 스코트계수(Scott's coefficient)가 .85 이상이 될 때까지 반복하였는데, 약 3일 정도의 기간이 걸렸다. 이 과정을 거친 후 연구 과제 수행 과정에서 촬영된 수업 동영상 CD를 수업전문가 3명이 각각 역할을 분담하여 분석하였다. 전문가 A는 학생 집중도, B는 학습 활동 소요 변인, C는 각 전문가들의 의견을 조정하는 역할을 수행하였다.

6. 측정 도구

6.1 창의성 검사지

창의성을 측정하기 위해 이 연구에서 사용한 검사도구는 Torrance가 개발한 'Torrance Test of Creative Thinking(TTCT)'을 우리말로 변안한 'Torrance 창의력 검사'(23)를 사용하였다. TTCT 창의력 검사도구는 유치원에서 성인에 이르기까지 그리고 다양한 문화권에서 가장 널리 사용되고 있다. TTCT는 언어 검사와 도형 검사의 두 가지 종류가 있고 이들 각각에는 동형 검사로서 a형과 b형이 있다. 이 연구에서는 토렌스의 창의성 검사 중 도형 검사를 사용하였다.

6.2 학생 과업집중 분석

학생 과업집중 분석법은 학생이 얼마나 학습 활동에 집중했는지에 대한 정보를 제공하는 학생의 활동에 초점을 맞춘 분석 방법이다. 분석의 방법은 수업에서 학생의 학습 과정을 주기적으로 관찰하여 7가지 행동 특성(혼자 과업중, 교사와 과업중, 친구와 잠담 또는 장난, 공상, 자리아탈, 기타)으로 구분하여 분석하는 것이다. 이중 혼자 과업중, 친구와 과업중, 교사와 과업중은 과업집중 항목이며, 친구와 잠담 또는 장난, 공상, 자리아탈은 비과업집중으로 구분할 수 있다. 이 내용을 정리하면 표 5와 같다. 대부분의 연구에서 '수업 중 과업집중 비율이 높을수록 학생들의 학업성취도가 높다'고 일관되고 보

고하고 있다[25][26]. 한편 모든 학생의 행동을 분석하기에는 불가능하기 때문에 이 연구에서는 세 집단별 12명(남학생 6명, 여학생 6명)을 집중 촬영한 수업 동영상상을 활용하여 분석하였다.

표 5. 학생 과업집중 분석법의 내용
Table 5. The content of student task engagement analysis

과업 집중	과업 비 집중	기타
혼자 과업중	친구와 잡담, 장난	과업 집중, 또는 비집중으로 분류하기 곤란한 학생의 활동
친구와 과업중	공상	
교사와 과업중	자리이탈	

6.3 학습 활동 소요 변인 분석

학습 활동 소요 변인 분석은 학생이 주로 수업의 어떤 활동에 얼마의 시간을 보냈는지 알아보고자 하는 분석 방법이다. 학생 과업집중 분석이 단위 시간 동안 학생이 수업에 집중한 시간의 총량이라면, 이 분석은 학생이 수업에 참여한 시간 동안 실제로 수업의 어느 단계에서 어떤 활동에 시간을 보냈는지 대한 영역별 시간의 합계라 할 수 있다[22]. 김경현의 로봇활용 수업의 효과성 측정 연구에서는 주요 학습 활동을 학습준비, 교사주도의 학습, 자료수집, 자료조작 및 활용, 토의 및 토론, 자료작성 및 제작, 주의집중, 무관활동의 총 8개 단계로 설정하여 학생의 활동을 분석하였으나, 이 연구에서는 프로그래밍 수업 분석에 좀 더 초점을 맞추어 연구를 진행하고자 하였으므로 학습준비, 교사주도의 학습, 설계, 토의 및 토론, 프로그래밍, 코딩 에러 수정, 주의 집중 활동, 무관활동 총 8개 단계로 설정하여 진행하였다.

6.4 수업분석 프로그램

이 연구에서 언어 상호작용 분석, 학생과업집중, 학생 활동 요소별 분석을 위해 수업행동분석 3.54버전 2010년 5월 10일 배포버전을 받아 활용하였다. 이 프로그램의 특징은 언어상호작용, 수업분위기, 학생 선호 분석, 학생 과업집중, 학생 행동 요소별 분석 등을 컴퓨터를 활용하여 분석할 수 있다는 것이다. 또한 이 프로그램은 최근 수업 분석 및 장학 관련 연구의 도구로 많이 활용되고 있다[22].



그림 2. 수업행동분석 프로그램
Fig. 2. Classroom behavior analysis program

IV. 연구 결과

1. 창의성 검사 결과

비주얼베이직, 스크래치, 피코크리켓을 활용할 세 집단이 동질집단인지 알아보기 위한 목적으로 창의성 검사를 실험 처치 전 수행하였다. 창의성 사전 검사 결과를 살펴보면, 비주얼베이직을 활용할 할 집단은 83.55점, 스크래치를 활용할 집단은 80.52점, 피코크리켓을 활용할 집단은 78.8점으로 그 차이가 통계적으로 유의하지 않았다(p>.05). 따라서 세 집단은 창의성 에서 동질집단임을 알 수 있었으며 구체적인 결과는 표 6과 같다.

표 6. 창의성 사전 검사 결과
Table 6. Pre-test result

검사명	집단	N	평균	표준 편차	f	p
창의성	비주얼베이직	31	83.55	8.96	1.982	.144
	스크래치	31	80.52	9.45		
	피코크리켓	31	78.8	9.88		

6차시 분량의 수업을 마친 후 사후 검사를 수행하였으며 구체적인 결과는 표 7과 같다. 검사 결과 창의성에서 세 집단 모두 약간의 향상은 있었지만, 통계적으로 유의한 결과(p<.05)는 아니었다. 또한 사후 검사 결과의 세 집단 간 차이에서도 통계적으로 차이를 보이지 않았다.

표 7. 창의성 사후 검사 결과
Table 8. Post-test result

검사명	집단	N	평균	표준 편차	f	p
창의성	비주얼베이직	31	87.8	8.3	1.732	.183
	스크래치	31	84.26	10.28		
	피코크리켓	31	83.4	10.94		

2. 학생 과업집중 분석 결과

세 집단의 학생 과업집중 분석의 전체 결과는 비주얼베이직 활용 집단 85.3%, 스크래치 활용 집단 89.7%, 피코크리켓 활용 집단 84.6%로 다소 스크래치를 활용한 집단이 다소 높게 나타났다. 과업집중도를 좀 더 구체적으로 분석하기 위해 이 연구에서는 성별 분석과 수업의 시점별 분석을 추가로 수행하였으며, 그 결과는 표 8과 표 9와 같다. 우선 성별에 따른 학습 집중도를 분석한 결과, 비주얼베이직 활용 집단에

서는 남학생의 과업집중 비율이 83.2%, 여학생이 87.4%로 나타났으며, 스크래치 활용 집단에서는 남학생의 과업집중 비율이 86.7%, 여학생이 92.7%로 여학생이 다소 높게 나타났고, 마찬가지로 피코크리켓 활용 집단에서도 남학생이 82.7%, 여학생이 86.5%로 여학생이 다소 높게 나타났다.

표 8. 성별에 따른 과업집중 분석 결과
Table 8. The result of task engagement analysis by gender

성별	비주얼베이직		스크래치		피코크리켓	
	과업 집중	비과업 집중	과업 집중	비과업 집중	과업 집중	비과업 집중
남	83.2	16.8	86.7	13.3	82.7	17.3
여	87.4	12.6	92.7	7.3	86.5	13.5

수업의 시점 별 분석에는 수업의 도입, 전개, 정리 세 부분으로 나누어서 학생 과업집중도의 변화 정도를 살펴보고자 하였으며, 그 결과는 표 9와 같으며 이를 그림으로 나타내면 그림 3과 같다.

표 9. 수업의 시점 별 과업집중 분석 결과표
Table 9. The result of student task engagement analysis by instructional process

수업 시점	비주얼베이직		스크래치		피코크리켓	
	과업 집중	비과업 집중	과업 집중	비과업 집중	과업 집중	비과업 집중
도입	93.2	6.8	93.9	6.1	87.6	12.4
전개	77.3	22.7	89.7	10.3	84	16
정리	85.4	14.6	85.5	14.5	82.2	17.8

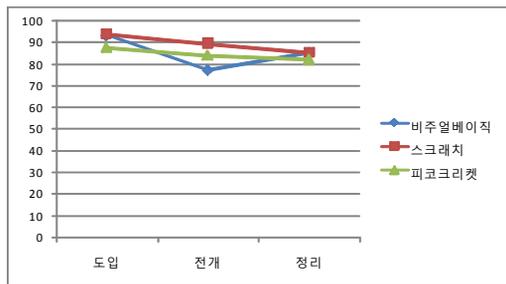


그림 3. 수업의 시점별 과업집중 분석 결과 그래프
Fig. 3. The result of student task engagement analysis by instructional process

수업의 도입과 정리에서의 학생 과업 집중도는 세 집단에서 큰 차이를 보이지 않았지만, 수업에서 가장 중요한 시점인 전개 부분의 과업 집중도를 살펴보면 특이한 점이 발견되었는데, 비주얼베이직 활용 집단의 과업 집중도가 77.3%로 현저하게 떨어졌으며, 피코크리켓 활용 집단은 스크래치 활용 집단 89.7%, 피코크리켓 활용 집단 84%로 약간의 하락을 나

타냈다. 이를 분석한 전문가들의 의견에 따르면 비주얼베이직 활용 집단 과업 집중도의 하락은 프로그래밍 코드를 영어로 직접 입력을 해야 하며, 이 과정에서 오타자에 의해 원하는 결과를 즉각적으로 얻기 힘들기 때문으로 판단했다. 한편 스크래치 활용 집단에서의 과업 집중의 하락은 스크래치와 현재 학교 컴퓨터실 구조가 개별학습 집단으로 구성되어 있는 문제로 학습 수준에서 하위 집단에 속하는 학생들이 적절한 피드백을 받지 못하여 과제 해결을 포기했기 때문으로 분석했다. 이는 기존 스크래치와 학습자의 몰입과 학습 동기 효과성에 관련된 기존 연구 결과(7)(15)(16)에 반하는 것으로 프로그래밍 교육에 있어서 교구의 특성과 컴퓨터실 구조에 따른 교수·학습 설계와 학습 활동별 학습 집단 구성에 대한 고려가 필요할 것으로 보인다. 피코크리켓 활용 집단의 과업집중도 하락의 경우 또한 기존 피코크리켓 또는 교구용 로봇의 학습 몰입과 동기에 대한 효과에 관한 연구 결과(6)(24)와 반하는 것으로 이는 학생들이 피코크리켓에 포함되어 있는 다양한 블록의 활용 때문에 과제에 대한 집중도가 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 피코크리켓의 경우 모둠 협력 활동에서 한 학생이 피코의 주요 부품을 점유하였을 때, 다른 학생들은 관심이 떨어지는 경우가 발생 한 것 또한 고려해야 할 필요가 있다.

한편 수업의 전개 시점의 각 집단별 과업집중 형태를 좀 더 자세히 살펴보면 그림 4와 같다.

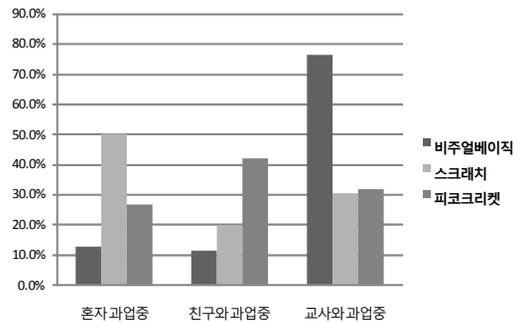


그림 4. 수업의 전개 시점의 각 집단별 과업집중 형태
Fig. 4. Each group's task engagement form by instructional process

위 그림 4를 살펴보면 비주얼베이직 활용 집단의 경우 과업집중 비율 전체 100% 중 교사와 과업중 76.3%, 혼자 과업중 12.5%, 친구와 과업중 11.2%순으로 나타났으며, 스크래치의 경우 혼자 과업중 50.2%, 교사와 과업중 30.5%, 친구와 과업중 19.3%순으로 나타났다. 피코크리켓의 경우에는 친구와 과업중 41.9%, 교사와 과업중 31.6%, 혼자 과업중 26.5%순으로 나타났다. 최근 교육현장에서 능동적인 학습 참여와 더불어 동료와의 의사소통 및 협동 학습을 중시하고 있는 바 교육용

로봇의 교구 특징이 의사소통 및 협동학습을 좀 더 조장할 수 있는 촉매제가 될 수 있음을 의미하는 이 결과는 시사하는 바가 크다고 할 수 있겠다.

3. 학생 활동 소요 변인 분석 결과

이 연구에서는 전체 학습자의 활동을 학습준비, 교사주도의 학습, 설계, 토의 및 토론, 프로그래밍, 코딩 에러 수정, 주의 집중 활동, 무관활동 총 8개의 변인으로 구분·설정하여 분석을 진행하였다.

학습시간 소요변인에 대한 전체 분석 결과는 표 10과 같다.

표 10. 각 집단별 학습시간 소요변인 분석 결과
Table 10. The required factor of learning time result by each group

소요변인	집단		
	비주얼베이직	스크래치	피코크리켓
학습준비	10.6	12.7	15.1
교사주도의 학습	17.4	15.9	15.1
설계	5.9	12.8	11.1
토의 및 토론	9.7	14.6	16.1
프로그래밍	18.8	23.8	20.6
코딩 에러 수정	22.3	9.8	9.2
주의집중 활동	8.7	6.7	7.6
무관활동	6.6	3.7	5.2
합계	100	100	100

분석 결과에서 특이한 점은 비주얼베이직 활용 집단에서 코딩 에러 수정에 22.3% 정도의 학습시간이 소요되었음을 알 수 있다. 이는 80분 수업에서 약 18분 정도에 해당하는 것으로 스크래치나 피코크리켓 활용 집단에 비해 상당히 높은 수치에 해당한다. 이는 비주얼베이직의 경우 프로그래밍 방식이 스크립트 방식이기 때문에 학생들이 문법적 오류 해결 활동에 많은 시간을 허비된 것이 이유로 분석되어 기존 연구와 같은 결과를 보여주었다(27). 또한 스크래치의 경우 프로그래밍 교육에서 중심 활동인 프로그래밍 소요변인에서 23.8%를 차지한 것과 피코크리켓의 경우 프로그래밍과 토의 토론 활동에서 36.7% 정도의 수치는 긍정적인 결과라 할 수 있다. 하지만 피코크리켓의 경우 스크래치 활용 집단과 비교하여 주의집중 활동과 무관활동에 14.8% 비교적 높게 나타난 점은 피코크리켓에 포함되어 있는 다양한 블록(레고 블록)을 활용하여 수업 주제와 무관한 다른 활동을 하였기 때문으로 관찰되어 이 점은 개선해야 할 사항으로 분석되었다. 한편 학습준비 활동에서 로봇 활용 집단이 15.1%로 타 집단에 비해 상당히 많은 학습 시간이 소요된 점은 로봇 교구에 대한 안내 및 로봇과 컴퓨터 간 통신 방법 등의 교구 활용에 대한 안내가

필요하다는 점은 1차시 수업으로 진행하기에는 교사의 준비가 많이 필요하다는 점을 시사한다.

한편 성별에 따른 학습시간 소요변인 분석 결과도 각 집단별 학습시간 소요변인 분석 결과와 큰 차이점을 보이지 않았으며, 표 11과 같다.

학습시간 소요변인 중 토의 및 토론에서 비주얼베이직에 비해 스크래치, 피코크리켓 교구 활용 프로그래밍 학습 집단이 성별에 무관하게 높은 비중을 차지한 점과 코딩 에러 수정 변인에서 비주얼베이직이 상당히 높은 비중을 차지한 것이다. 학습활동의 영역과 영역별로 보낸 시간은 성별에 따라 별다른 차이가 없는 것으로 나타났다. 다만 '학습과 무관한 활동'에 대해서는 남학생이 여학생보다 약 2배가 많았다.

표 11. 성별에 따른 학습시간 소요변인 분석 결과
Table 11. The required factor of learning time result by gender

소요변인	집단		스크래치		피코크리켓	
	남	여	남	여	남	여
학습준비	10.4	10.8	12.3	12.9	15.2	15.0
교사주도의 학습	16.8	18	15.7	16.2	14.3	15.9
설계	6.1	5.7	13	12.6	10.8	11.4
토의 및 토론	8.7	10.7	14.1	15.1	15.5	16.7
프로그래밍	19.3	18.3	24.8	22.8	20.7	20.5
코딩 에러 수정	22.8	21.8	9.6	10	9.1	9.3
주의집중 활동	8.4	9	6.1	7.3	8.1	7.1
무관활동	7.5	5.7	4.4	3.1	6.6	4.8
합계	100	100	100	100	100	100

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 비주얼베이직, 스크래치, 교육용 로봇의 한 종류인 피코 크리켓을 활용한 초등학교 프로그래밍 수업의 과정적인 모습을 과학적으로 분석하고자 하였다. 인지적인 영역의 분석은 창의성 검사로 했으며, 수업의 과정적인 분석은 최근 수업 장학에 널리 사용되고 있는 학생 과업 집중도와 학생 활동 소요 변인 분석법을 활용하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 창의성 수준에서는 세 집단 모두 실험 전보다 실험 후에 약간의 향상은 있었으나, 이는 통계적으로 유의한 결과는 아니었다($p < .05$).

둘째, 학생 과업집중 분석 결과 중 성별 비교에서는 세 집단 모두 남학생보다 여학생이 집중도가 높았다. 수업의 시점별 과업집중도를 살펴보면 수업의 도입과 정리에서의 세 집단 모두 큰 차이를 보이지 않았지만, 수업에서 가장 중요한 시점

인 전개 부분의 과업 집중도를 살펴보면 특이한 점이 발견되었다. 비주얼베이직 활용 집단의 과업 집중도가 77.3%로 현저하게 떨어졌으며, 피코크리켓 활용 집단은 스크래치 활용 집단 89.7%, 피코크리켓 활용 집단 84%로 약간의 하락을 나타냈다. 전개 부분은 수업 활동의 핵심적인 부분으로서 이러한 부분에서의 과제 집중도의 하락은 성취도와 직결될 수 있는 문제이다.

셋째, 각 집단별 학습시간 소요변인 분석 결과 스크래치와 피코 크리켓의 경우 프로그래밍 교육에서 중심 활동인 프로그래밍과 협업 능력을 뜻하는 토의 토론 활동에서 비주얼베이직 활용 집단에 비해 높은 수치를 나타냈다. 이에 반하여 비주얼 베이직 활용 집단에서는 코딩 에러 수정에 22.3%의 많은 시간이 허비되었다.

이러한 연구 결과로 보았을 때 초등학교 프로그래밍 교육에서는 비주얼베이직 언어보다는 스크래치와 같은 교육용 프로그래밍 언어와 교육용 로봇을 적절히 활용하는 것이 학생들의 학습 집중도와 수업 시간 운영에 효과적임을 알 수 있었다. 다만 세 집단에서 공통적으로 나타난 남학생들의 높은 무관활동 비율은 학습 성취도에 영향을 줄 수 있는 요소이며 학습 방해 요소가 될 수 있기 때문에 이에 대한 해결 방법을 강구해야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] The Ministry of Education and Human Resources Development. Information and Communication Technology Education Operating Guidelines. 2005
- [2] Wing, J. M.(2006). Computational Thinking. Communications of the ACM, 48(December), 15-19.
- [3] Guzdial. M.(2008) Paving the way for computational thinking, Comm. ACM, 51, 8, 25-27.
- [4] S.S. Baek. Verification of effect on a metacognitive strategy instruction model in programming language learning, a master's thesis of Korea National University of Education. 2004
- [5] K.J. Park, S.J. Lee. A Comparative Study of the Effect of Dolittle and Robot Programming Education on Creativity, Journal of the Korean association of information education, 14-4, 619-626. 2010
- [6] J.Y. Lee, J.B. Song, T.W. Lee. The Effects of Robot Programming Learning using PicoCricket on Problem Solving Ability and Interest, Journal of the Korea society of computer and information, 14-2, 17-26. 2009
- [7] E.K. Lee. A Robot Programming Teaching and Learning Model to Enhance Computational Thinking Ability, a doctoral dissertation of Korea National University of Education. 2009
- [8] J.B. Song, S.H. Cho, T.W. Lee. Effects that Scratch Programming has on Creative Problem-solving for Gifted Elementary Students, Journal of the Korean association of information education, 12-3, 323-332. 2008
- [9] C.G. Ryu, C.H. Lee. Effects that Scratch Programming has on Creative Problem-solving for Gifted Elementary Students, Journal of Korean practical arts education, 25-1, 149-169. 2012
- [10] J.B. Song, T.W. Lee. The Effect of Programming Education using Pico Cricket on Improving Problem Solving Ability, Journal of Korean practical arts education, 14-4, 243-258. 2008
- [11] I.K. Jeong. A Study on the Elementary Computer Education Invigorating Policy based on Analysis of the Computer Textbooks, Journal of the Korean association of information education, 14-1, 53-60. 2010
- [12] S.Y. Kim, I.K. Jeong. The Scratch Programming Learning Attitude Effects of Scaffolding based Learning Strategy, Journal of the Korean association of information education, 15-1, 39-49. 2011
- [13] L.K. Yoon. Analysis of Relation between Logical Thinking Element and Learning styles Influenced in Programming Learning, The Journal of Creative Informatics & Computing Education, 3-2, 1-6. 2009
- [14] Y.C. Park, S.J. Lee. The Effect of Scratch Programming Education on Elementary School Students' Self-directed Learning Ability, 15-1, 93-100. 2011
- [15] K.M. Ahn, W.S. Sohn, Y.C. Choy. The Effect of Scratch Programming Education on Learning-

- Flow and Programming Ability for Elementary Students , Journal of the Korean association of information education, 15-1, 1-10. 2011
- [16] G.W. Yang. The Effect of Scratch on Learning Motivation and Academic Achievement for Programming Education , Journal of the Korean association of information education, 14-4, 547-553. 2010
- [17] J.J. Shim, J.M. Kim, W.G. Lee. Analysis of difference in elementary-school students' recognition on CS education according to CS education with application of Education Programing Tool , Journal of the Korean association of information education, 14-3, 385-393. 2010
- [18] S.K. Han, S.H. Kim, J.B. Seo. The Development of the Game Addiction Remedy Program based on Scratch Programming , Journal of the Korean association of information education, 14-1, 61-68. 2010
- [19] H.J. Bae, E.K. Lee, Y.J. Lee. A Problem Based Teaching and Learning Model for Scratch Programming Education, The Journal of Korean association of computer education, 12-3, 11-22. 2009
- [20] J.H. Kim, J.J. Kim, T.O. Lee. A Study on the Development of Creativity in Elementary School Through Micro-Robot Education, Journal of the Korea Contents Association, 6-8, 124-132. 2006
- [21] Y.J. Jeon, J.B. Song, T.W. Lee. The Impact of Robot Use in Practical Arts Education on the Learner's Problem-Solving Ability, Journal of Korean practical arts education, 14-4, 209-224. 2008
- [22] K.H. Kim. Effect analysis of educational robot based learning, Korea Education and Research Information Service Research Report CR 2009-27. 2009
- [23] Y.C. Kim. Thinking and problem-solving psychology. Seoul:Parkyoungsa. 1996
- [24] J.B. Song, S.H. Paik, T.W. Lee. The Effect of Robot Programming Learning Considered Gender Differences on Female Middle School Student's Flow Level and Problem Solving Ability, The Journal of Korean association of computer education, 12-1, 45-55. 2009
- [25] Berliner, D. C. Effective instructional strategies for exceptional children. CO: Love Publishing. 1988.
- [26] Larson, R.(1988). Flow and writing. In M. Csikszentmihalyi & I. Csikszentmihalyi(Eds). I. 서론
- [27] W.S. Moon. Influential Error Factors of Robot Programming Learning on the Problem Solving Skill. Journal of the Korean association of information education. 12-2. 195-202. 2008

저 자 소 개



송 정 범
 1998 : 공주교육대학교 교육학학사
 2001 : 공주교육대학교 교육학석사
 2010 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교육학박사
 현 재 : 공주교대부설초 교사
 관심분야 : 컴퓨터교육, 로봇교육, STEAM

Email : edusarang@gmail.com



정 복 문
 1989 : 단국대학교 전자계산학과 공학사
 1991 : 한국교원대학교 컴퓨터공학과 공학석사
 2004 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사 수료
 현 재 : 청주교육대학교 시간강사
 관심분야 : 컴퓨터교육, 웹프로그래밍, DB
 Email : jbm0215@gmail.com



이 태 욱
 1978 : 서울대학교 과학교육과(이학사)
 1982 : 미국 플로리다 공과대학 (전산학 이학석사)
 1984 : 미국 플로리다 공과대학 (전산교육학 Ph. D.)
 현 재 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야 : 컴퓨터교육, 지식공학
 Email : twlee@knue.ac.kr