

# 객체지향형 교육용프로그래밍언어 두리틀의 다중 예약어 지원 체계

최해심<sup>††</sup> · 권대용<sup>†</sup> · 김형신<sup>†</sup> · 염용철<sup>†</sup> · 유승욱<sup>†</sup> · 이원규<sup>†††</sup>

## 요 약

교육용프로그래밍언어는 학습자에게 친근감 있고 사용이 편리하고 간단해야 한다. 객체지향형 교육용프로그래밍언어 두리틀(Dolittle)은 국어 어순에 따른 한글 프로그래밍 방식을 지원하지만 명령어가 초·중등학생들에게 낯설거나 다양한 학습상황에 맞지 않아 프로그래밍과정의 사고흐름을 표현하는 데에 한계가 있었다. 본 연구는 한글 교육용프로그래밍 언어인 두리틀에서 학습자가 친숙한 명령어로 프로그래밍을 작성할 수 있도록 융통성 있는 예약어 집합을 제공하여 학습자의 수준, 기호, 적용분야에 따라 적합한 명령어집합을 이용하여 프로그램을 작성할 수 있도록 말글의 특징을 살린 1:n 다중예약어 집합을 제시한다. 연구의 결과 다중예약어가 적용된 두리틀로 프로그램을 작성할 때 학습자는 예약어에 구애받지 않고 문제해결을 위한 사고에 집중하여 자연스럽게 개념을 학습할 수 있음을 확인하였다

**Keywords** : 교육용프로그래밍언어, 두리틀, 한글프로그래밍, 다중예약어

## Multi-reserved Words Supporting System for Object-Oriented Educational Programming Language “Dolittle”

Hae-Sim Choe<sup>††</sup> · Dae-Yong Kwon<sup>†</sup> · Hyung-Shin Kim<sup>†</sup> · Yong-Cheul Yeum<sup>†</sup> ·  
Seoung-Wook Yoo<sup>†</sup> · Won-Gyu Lee<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

Educational Programming Language (EPL) should be learner-friendly and easy to use. Dolittle, an object-oriented educational programming language (EPL), offers programming environment which can be programmed in Korean(Hangul). However, since some Dolittle commands are not appropriate to elementary and middle school students, it shows limitations for learners to express programming process. In this paper, we developed a set of 1:n multi-reserved words which are able to program with Korean linguistic characteristics as well as considering learners' differences, preferences, and applicable areas. The conclusion in the paper showed that programming with this 1:n multi-reserved words helped learners concentrate on problem solving regardless of the reserved words.

**Keywords** : EPL, Dolittle, Programming with Korean Language, Multi-reserved words

## 1. 서 론

지식정보화사회는 고부가가치의 지식을 생산할 수 있는 창조적이고 유연한 지적능력이 있는 인재를 요구한다[1]. 따라서 미래의 교육은 학생들의 사고력과 창의력을 신장하고, 지식을 짜임새 있게 구성하는 지식

† 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과

†† 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공

††† 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 (교신저자)

논문접수: 2005년 2월 23일, 심사완료: 2005년 3월 25일

창조자의 역할에 중점을 둘 필요가 있다.

컴퓨터교육에서도 학생들의 창의력과 알고리즘적 사고를 신장시키기 위해 프로그래밍을 통한 교육이 더욱 강조되고 있다. ACM(Association for Computing Machinery)에서는 K-12를 위한 컴퓨터과학 교육과정을 구성하여 보고하면서 프로그래밍 교육의 중요성을 강조하고 있다[4].

프로그래밍 교육을 성공적으로 이끌기 위해서는 프로그래밍 언어의 선택이 중요하다[5]. 기존의 고급언어인 C나 JAVA와 같은 언어로써 프로그래밍 교육이 이루어질 경우, 학습자는 많은 어려움을 겪고 때로는 프로그래밍에 대한 좌절을 경험하기도 한다. 프로그래밍을 처음 접하는 학습자가 복잡한 문법구조와 사용방법을 익히는 데는 많은 시간이 요구되며 고급언어로 프로그래밍 교육이 이루어질 경우 학습자의 인지적 부담이 가중되고, 이는 본래 목적이었던 알고리즘적사고 신장 교육이 되기보다는 실패한 프로그래밍 언어 습득교육이 되곤 한다. 위와 같은 문제점을 해결하기 위해 학습자가 비교적 짧은 시간에 배우고 익혀 문제해결에 적용할 수 있도록 개발된 언어를 교육용프로그래밍언어(EPL : Educational Programming Language)라고 한다[2][3][6][11].

EPL은 프로그래밍언어가 지니고 있는 문법과 형식의 부담에서 벗어나 학습자가 학습하고 있는 내용이나 개념에 집중할 수 있게 한다[5]. ACM에서는 알고리즘적 사고의 신장을 위해 LOGO와 같은 EPL를 통한 프로그래밍 교육을 강조하여 K-8(유치원부터 중학교 2학년)을 대상으로 하는 컴퓨터과학 기초 학습 단계에서부터 EPL을 이용한 프로그래밍교육의 필요성을 주장하였다[5]. Seymour Papert는 LOGO가 갖는 학습용언어로서의 장점은 모국어를 사용하는 것처럼 자연스러운 상호작용을 통한 프로그래밍이라고 주장하였다[12].

프로그래밍 과정이 '모국어를 사용하는 것처럼' 자연스럽게 이루어져야 한다는 주장은 비영어권인 우리나라에는 해당되는 이야기가 아니다. 즉, 우리나라 학습자에게 프로그래밍 언어 교육이란 새로운 프로그래밍 언어를 배우는 일과 동시에 영어로 표현하고 이해해야 하는 이중적인 인지적 부담이 주어진다. 따라서 우리나라 학생이 적어도 모국어인 한국어로 프로그래밍을 할 수 있다면 가장 효과적인 프로그래밍 교육이 이루어질 수 있다. 영어보다 한글로 프로그래밍을 하는 것이 알고리즘을 더 잘 이해하고, 프로그램 작성에 더 효과가 있음은 이미 여러 연구에서 입증되었다[7][11].

현재 한글로 프로그래밍할 수 있는 EPL로는 자바말, 스킵, 두리틀과 같은 언어가 있다. 이러한 대부분

의 EPL은 명령어 하나에 한가지 기능을 하도록 하는 1:1 한글화를 통해 프로그래밍이 이루어진다. 본 연구에 적용되는 두리틀도 처음에는 명령어를 한가지로 제한하여 사용하도록 하였다. 그런데 1:1 명령어로 작성된 코드에서 부자연스러운 표현이 많이 발견되었고 이로 인해 가독성이 떨어지게 되었다. 더 나아가 부자연스러운 표현은 학습의 주체인 학생들이 보다 유연한 사고를 하는데 방해가 되는 원인이 되었다.

따라서 본 연구에서는 객체지향형 교육용프로그래밍 언어인 두리틀에서 발견된 1:1 명령어 방식의 문제점을 분석하여 진단하고, 그 원인을 찾아내어 해결방안을 제시하였다.

## 2. 한글 EPL 두리틀

한글 EPL인 두리틀의 특징은 다음과 같다[6][8].

상속이나 클래스와 같은 고도의 추상적인 개념 이해가 필요치 않은 객체지향 언어이다. 새로운 객체 생성시 클래스(class)를 이용하여 객체를 생성하여 프로그래밍 하는 방식이 아닌 프로토타입(prototype)의 객체를 복제하여 프로그래밍 할 수 있다.

텍스트 입력방식을 통해서 프로그래밍 된다. 이는 GUI 방식의 '따라하기'식 프로그래밍 활동에서 벗어나 직접 텍스트를 입력하는 체험중심의 인지활동을 통해 프로그래밍 할 수 있다.

다른 언어들과는 달리 문법적인 요구사항이 매우 간단하고 객체지향적인 프로그래밍이 가능하여 누구나 쉽게 단시간에 배우고 익혀 활용할 수 있는 교육용프로그래밍 언어이다.

1:1 명령어 방식에 의한 다국어로 프로그래밍 할 수 있다. 즉, 한글, 영어, 일본어로 프로그래밍 할 수 있고, 각 언어별로 1:1 명령어가 구성되어 있다.

특히, 한글로 프로그래밍 하는 경우 기존의 EPL들과는 달리 영어식의 어순이 아닌 한국어 어순을 따라 프로그래밍 할 수 있다. 한글 어순을 따라 자연스러운 글쓰기 형식으로 프로그래밍 되기 때문에 누구나 쉽게 배우고 익혀 단시간에 활용단계에 이를 수 있다.

이러한 특징에 따라 1:1 한글 명령어 방식으로 프로그래밍을 할 때 몇 가지 문제점이 발견된다. 대표적인 것으로 한글 어순을 따라 프로그래밍 된 코드의 경우, 1:1 한글 명령어의 체계적인 사용으로 인하여 부자연스러운 표현이 많이 발견되었다. 이는 전체적인 소스 코드의 가독성을 떨어뜨리는 요인이 되며, 학습자의 사고가 부자연스러운 가운데 코딩이 이루어졌음을 의미한다. 또한 학습자에 따라 사용하는 명령어도 다르기 때문에 1:1로 제한된 명령어를 사용하여 표현한 코

드는 더욱 부적합한 결과를 낳았다. 즉, 동일한 사물이나 현상에 대해서 표현하는 용어와 방식이 학교 급별로 다르고 적용분야에 따라 다를 수 있음에도 불구하고 1:1 명령어 방식에서는 이러한 점들이 전혀 고려하지 못하고 있다.

특히, 한글 어순에 따른 프로그래밍이 이루어지려면 한 명령어에 대해서 다양한 어미표현이 가능해야 한다. 즉, 한글의 언어 구조적 특성중 하나인 '조사'라는 품사를 반영한 다양한 어미구조의 명령어가 필요하다.

두리틀이 한글 EPL로써 위에 언급된 문제점들을 해결하기 위해서는 기존의 1:1 방식의 명령어 체계로는 적합하지 못하다. 즉, 1:n 명령어 체계를 따르는 다중 예약어 지원 체계로 개선되어야 한다.

### 3. 다중 예약어 지원 체계

#### 3.1. 1:1 예약어 지원의 두리틀 코드 분석

두리틀이 현재 제공하고 있는 1:1 매칭(matching) 예약어 방식으로는 융통성 있는 프로그래밍을 하기가 부적합하다. 실제 1:1 예약어 지원 체계의 한글EPL 두리틀을 이용하여 프로그래밍할 때 발생하는 문제점들을 프로그램 코드를 통해 살펴보면 다음과 같다. 참고로 예약어는 이탤릭체로 표현하였다.

```

삼각형 = 거북! 작성. .... (1)
[삼각형! 30 전진 120 우회전]! 2 반복한다. .... (2)
삼각형! 도형만들기 (빨강색) 색칠하다. .... (3)
구급차 = 삼각형! 변신. .... (4)
    
```

<그림 1> 1:1 예약어 지원 두리틀 코드의 예

첫째, <그림 1>에서 (1)문장의 '거북'은 두리틀에서 객체를 나타내는 예약어이다. 두리틀에서는 '거북'을 이용해 객체를 만들고, 이 객체에 행위를 부여하면서 학습활동을 하기 때문에 이 객체의 사용은 매우 중요하다. 두리틀을 배우는 학습자들이 제일 처음 만나는 기본적인 예약어이기도 하다. 그러나 어떤 사람들은 '거북'이라는 표현을 선호하고, 또 다른 사람들은 '거북이'를 더 선호한다. 이는 개인마다 다른 기호에 따른 것이기도 하지만 연령별로는 어린 학생들이, 성별로는 여자들이 '거북이'를 더 사용하는 경향이 있다. EPL은 학습자가 자신에게 친숙한 표현으로 객체를 부르고, 프로그래밍할 수 있도록 하는 것이 학습에 도움이 된다.

따라서 연령과 기호를 고려하여 똑같은 의미라면 객

체의 이름을 복수개로 제공할 필요가 있다.

둘째, (1)문장의 '작성'이나 (2)문장의 '전진'은 어린 학습자들은 잘 사용하지 않는 단어이다. 이밖에도 '후진', '타이머', '필드'와 같이 어린 학습자에게는 생소한 단어들이 두리틀 명령어에 다수 사용되고 있다. 이들을 대상으로 프로그래밍 교육을 한다면 명령어를 '앞으로, 앞으로가다', '시계', '빈칸' 등과 같이 쉬운 단어를 사용할 필요가 있다. 그러나, 성인학습자들은 코딩의 효율성을 고려하여 풀어 쓴 명령어보다 간단한 명령어를 선호한다[18]. 때문에 어느 한쪽에 맞추어 명령어를 변경할 수 없으므로 다중명령어체계를 이용하여 다양한 연령의 학습자 요구를 수용해야 한다.

셋째, (3)문장의 '(빨강색) 색칠하다'는 만든 도형을 빨강색 칠하기 위한 것이다. 이것은 대부분의 사용자들이 한번쯤 잘못된 사용으로 프로그램을 수정할 정도로 개인마다 표현방법이 많이 다르다. 오류를 일으키는 실례를 구체적으로 보면 '(빨강색) 칠하다', '(빨강) 색칠하다', '(빨강) 칠하다'가 그것이다. 이는 학습자의 논리적인 사고력이나, 프로그래밍 능력과 전혀 상관없이 개개인의 표현 방법이 다르기 때문에 오류가 발생하는 것이다. 더구나 학습자 자신에게는 익숙한 표현이기 때문에 오류를 찾는 데에 많은 시간을 소비하게 된다. 이것은 처음 프로그래밍을 배우는 학습자에게는 지루한 작업이 되고, 프로그래밍 학습에 대한 학습동기마저 떨어뜨리게 된다.

따라서 알고리즘적 사고나 프로그래밍학습과 무관하게 발생하는 오류의 요인들을 제거할 수 있도록 해야 한다.

넷째, (3)문장에서는 '삼각형'이라는 객체에 '도형만들기'와 '색칠하다'는 행위를 동시에 부여하고 있다. 두리틀 1:1예약어지원 체계에서는 명사와 동사를 혼용하여 사용하고 있다. 한글화하는 당시에 객체 자체가 행동하는 것은 주로 명사로, 객체에 어떤 행위를 부여하는 것은 주로 동사로 하여 예약어를 선정하였기 때문이다. 그러나 실제 프로그래밍을 해본 결과, 이 때문에 불필요하게 발생하는 오류가 많았다. 이러한 문제점을 줄이고, 학습자의 편리를 도모하기 위해 예약어를 동사와 명사 중 한가지로 통일하고자 하였다. 그런데 어떤 학습자들은 동사를, 다른 학습자들은 명사를 선호하는 경향을 보였다. 동사를 선호하여도 '~한다'가 좋다는 학습자들과 '~하다'가 더 좋다는 학습자들로 양분되었다. 이밖에 경우에 따라 동사와 명사를 사용할 필요가 있다거나, 두리틀이 한국어순을 따르고 있다는 장점을 잘 살리기 위해서 동사를 제공하면서 '~고'와 같이 약간의 변형을 가한 명령어가 필요하다는 지적들도 있었다. 각자의 기호와 상황에 따라 학습자들은 다른

형태의 예약어를 사용하고 싶어하는 것이다.

이와 같이 두리틀의 예약어는 설계자가 어느 하나만 제공할 수 있는 것이 아니다. 보다 여러 개의 예약어 중 사용자가 상황과 기호에 따라 프로그래밍할 수 있도록 해야 한다.

다섯째, 문장(4)의 '변신'은 거북이를 구급차나 소녀 등 다른 캐릭터로 변경할 수 있게 해 준다. 이 명령어를 수학교과에서는 도형분야의 답음에서 사용하고 있다. 때문에 수학교육전문가들은 '변형'이라는 단어가 적절하다고 지적한다. 마찬가지로, '오른쪽으로이동'과 '위로이동'의 역시 함수분야에서 많이 사용하므로 'x좌표이동'과 'y좌표이동'으로 바꾸는 것이 학생들의 개념 이해에도 효과적이다.

EPL이 활용되는 영역의 성격에 따라 다양한 개념을 적용할 수 있도록 예약어가 선정되어야 하는 것이다.

위에서 살펴본 대로 1:1매칭 예약어를 지원하는 현재의 두리틀로 프로그래밍을 하는 학습자들은 자신들이 사고한 것을 두리틀이 제공하는 예약어로 바꾸는 과정을 거쳐야 했다. 그리고 이 과정에서 발생하는 불필요한 오류로 인해 프로그래밍학습에 어려움을 느끼고 있었다. 따라서 학습자가 문제해결에 전념하는 가운데 알고리즘적 사고신장에 중점을 두고 프로그래밍할 수 있도록 학기위해서는 두리틀의 예약어를 1:1에서 1:n 다중 예약어체제로 전환해서 제공해야 한다.

### 3.2 K-12를 위한 다중 예약어

프로그래밍을 배우는 학습자들은 저마다 각자 다양한 배경지식을 가지고 있다. 즉, 각자가 사용하는 언어 수준과 단어를 사용하는 패턴도 다르다. 때문에 보다 자연스러운 사고를 하는 가운데 프로그래밍하려면 학습자의 언어 환경을 고려해야 한다.

#### 3.2.1. 학습자의 연령과 컴퓨터 지식수준의 차이

EPL은 초등학생부터 성인까지를 대상으로 한다. 연령대가 다양하기 때문에 사용하는 언어 수준도 다르고, 컴퓨터를 아는 지식수준도 다양하다.

'수정하다'의 경우 성인학습자를 대상으로 하면 문제되지 않지만, 어린 학생들은 잘 사용하지 않는 생소한 단어이다. 어린 아동들에게는 '고치다', '바꾸다' 등의 단어가 더 이해하기도 사용하기도 쉽다. '삭제하다'의 경우도 '지우다'가 더 받아들이기 쉽다.

또한, 컴퓨터에 익숙하지 않는 학습자들의 경우 '텍스트필드'와 '리스트'를 '빈칸'과 '목록'으로 바꾸어 사용하는 것이 훨씬 이해하기 쉽다.

EPL이 컴퓨터 기초학습자들을 대상으로 하고 있다는 점을 고려한다면 이러한 용어선택의 문제부터 이들에 대한 충분한 배려가 필요하다.

#### 3.2.2. 학습자의 문제 상황이 다른 경우

학습자들은 다양한 문제 상황에 직면하게 된다. 도형을 그리거나, 게임을 만들거나, 자료구조를 구현하거나, 수학문제를 풀 수도 있다. 객체의 동작을 나타내기 위해 메소드(method)의 행위를 기술할 때도 객체가 무엇인가에 따라 다르게 표현될 수 있다.

예컨대, '작성하다'란 명령어는 악보도 작성하고, 문서와 그림도 작성할 수 있다. 하지만 '거북이'나 '타이머'를 작성하는 것은 어색하다. 이때는 '만들다'가 더욱 적합한 단어이다.

따라서 학습자의 다양한 문제 상황에 적합한 예약어가 제공되어야 한다.

#### 3.2.3. 단어 사용패턴이 다른 경우

학습자들은 저마다 사용하는 단어가 있다. 이는 개인 기호의 문제로 프로그래밍언어 설계자와 학습자의 단어사용 패턴은 다를 수밖에 없다. 색을 표현할 때도 '하양색', '흰색', '하얀색' 등으로 각자 즐겨 사용하는 단어가 다르다. 또 이를 '색칠'하는지 '칠'하는지도 개인마다 다르다. EPL은 이러한 학습자의 다양한 단어사용 패턴에 대한 융통성을 지녀야 한다.

#### 3.2.4. 영역이 다른 경우

컴퓨터와 의사소통하는 것이 과학/수학적 지식을 전제로 해야 함은[18], 수학교육 측면에서 프로그래밍 지도의 찬성의 논리를 정리하였다. 박춘관은 바람직한 수학 교육용 언어는 교육용 언어의 측면 이외에도 수학이라는 특수한 분야를 다루기 때문에 필요한 조건들을 나열하기도 하였다[19]. 수학교육 선진국에서는 오래 전부터 수학교육과정에 계산기와 컴퓨터 같은 테크놀로지의 활용을 적극 권장하였으며, LOGO와 같은 프로그래밍 활동에 관한 연구를 통해 프로그래밍 활동이 학생들의 수학적 사고력과 문제해결력, 메타인지 등 중요한 인지적 능력을 향상시킨다는 결과를 얻어냈다[22]. 실제로 수학교육을 위해 LOGO가 개발될 정도로 수학교과에서의 EPL사용은 매우 활발하다.

EPL은 수학교과에서 보다 더욱 학습자가 개념을 이해하면서 문제풀이 활동을 할 수 있도록 수학개념을 적극적으로 도입해야 한다. 예를 들면, 일반적인 상황에서 사용되는 '오른쪽으로이동'이 수학의 함수 문제 풀이

에서는 'x축 좌표이동'과 같이 수학 표현으로 제공되어야 한다.

### 4. 다중 예약어를 지원하는 두리틀

#### 4.1. 어휘 및 표현의 기호에 따른 다중 예약어

다중 예약어체계를 지원하는 새로운 두리틀에서는 학습자들이 자신에게 친숙한 어휘로 프로그래밍할 수 있도록 하기 위해 같은 의미를 가진 여러 가지 경우의 단어들을 배치하였다. <그림 2>의 추가1은 '거북'은 '거북이'로 하여 프로그래밍이 가능함을 보여주고 있다. 추가2에서는 '작성'을 '작성하다'로 동사로 표현하여 프로그래밍 하는 것도 가능함을 보여주고 있다. <그림 3> 역시 그러한 예를 보여준다. 즉, 프로그램의 논리만 맞으면 학습자마다 자신의 기호에 따라 다른 어휘를 사용하여도 프로그램이 실행된다.

현재	두리 = 거북! 작성.
----	--------------



추가1	두리 = 거북이! 작성.
추가2	두리 = 거북! 작성하다.

<그림 2> 기호에 따른 프로그래밍 지원

현재	사각형! (하얀색) 색칠하다.
----	------------------



추가1	사각형! (하얀) 칠하다.
추가2	사각형! (흰색) 칠하다.

<그림 3> 선호도에 따른 프로그래밍 지원

#### 4.2. 학교급 및 선호도에 따른 다중예약어

어린 학생들에게는 쉽게 풀어 쓴 한글 예약어를 제공하고, 성인들은 보통 사용되는 한자어나, 외래어 등을 그대로 사용할 수 있도록 예약어를 구성하였다. <그림 4>의 추가1은 '필드'를 '빈칸'과 같이 쉬운 단어를 사용하여 프로그래밍 한 모습을 보여준다. 반면 추가2는 프로그래밍을 다루어본 사용자라면 '필드'보다 더 익숙한 표현인 '텍스트필드'를 사용하여 프로그래밍

한 예를 보여준다. <그림 5>는 쉬운 단어를 사용한 프로그래밍이다.

현재	네모 = 필드! 작성.
----	--------------



추가1	네모 = 빈칸! 만드다.
추가2	네모 = 텍스트필드! 작성.

<그림 4> 연령과 지식수준에 따른 프로그래밍 지원

현재	두리! 50보 전진 우회전 30보 후진.
----	------------------------



추가	두리! 50보 앞으로 오른쪽돌기 30보 뒤로.
----	---------------------------

<그림 5> 연령에 따른 프로그래밍 지원

#### 4.3. 문제 상황에 따른 다중 예약어

학습자가 문제를 해결하는 상황은 저마다 다양하다. '펜들기'는 객체가 이동하는 자취를 감추기 위해 사용하는 명령이고, 이와 달리 '펜내리기'를 이용하면 다시 자취를 남기도록 하여 도형을 그릴 수 있다. 그런데 이 경우 행위의 주체가 되는 객체가 나비나 잠자리 등으로 바뀌면 '날다'가 자연스럽게 지적이 있었다. <그림 6>은 '날다'와 '앉다'를 이용하여 학습자가 문제 상황에 맞는 단어를 선택하여 프로그래밍 한 결과를 보여주고 있다.

현재	나비! 펜들기 50만큼 전진 펜내리기.
----	-----------------------



추가	나비! 날다 50만큼 가고 앉다.
----	--------------------

<그림 6> 상황에 따른 프로그래밍 지원

#### 4.4. 어미 변형에 따른 다중 예약어

다양한 형태지원이란 두리틀에서는 같은 어원의 명사형과 동사형을 동시에 지원하고 있다는 것이다. 학습자들이 필요에 따라 상황과 기호에 맞게 예약어의 형태를 선택하여 프로그래밍할 수 있도록 지원하는 것이다. 이와 함께 동사형의 경우 '~고'를 추가하여 한 행에 객체의 행위를 나열할 경우 종결형 어미 '~다'로 연결되는 어색한 경우를 없앴다. 또한 동사의 경우도 '~

하다'와 '~한다'를 제공하여 불필요하게 발생할 오류를 방지하였다. 예를 들면 <그림 7>은 '이동'의 경우 '이동/이동하기/이동하고/이동하다/이동한다' 등을 모두 허용하는 예이다.

현 재	일꾼! 펜들기 200 전진 90 우회전 200 후진.
	일꾼! 500 전진 도형만들기 (노랑색)색칠하다.



추 가	일꾼! 펜들고 200 앞으로 90 우회전 200 뒤로.
	일꾼! 500 앞으로 도형만들고 (노랑색)칠하다.

<그림 7> 다양한 형태의 다중 예약어

### 4.5. 수학교과 학습을 위한 다중 예약어

두리틀이 LOGO보다 더 많은 수학 교육적 이점을 가지고 있다는 사실은 김경미(2004)의 연구결과에서도 보고된 바 있다[20]. 보다 활발한 수학교과 활용을 위해 함수 및 도형에서 사용하는 개념어를 선정하여 예약어를 구성하였다. <그림 8>은 'x위치는?'이라는 명령어는 'x좌표는?'과 같이 수학의 좌표개념을 이용하여 프로그래밍한 예이다.

현 재	x=두리! x위치는?.
	y=두리! y위치는?.



추 가	x=두리! x좌표는?.
	y=두리! y좌표는?.

<그림 8> 수학교과 프로그래밍 지원

## 5. 다중 예약어 적용과 평가

### 5.1. 결과물 분석

학습자의 예약어 사용 패턴 분석을 위해 수집한 프로그램 코드는 교사들이 작성한 프로그램 코드 16개와 학부생을 대상으로 한 수업에서 얻어진 학습자 프로그램 코드 17개이다. 이 중 컴퓨터교육전공자의 프로그램 코드는 27개이고, 수학교육과의 프로그램 코드는 6개이다.

수집된 프로그램 코드는 새로 구성된 예약어 집합을 적용하여 작성되었는지를 판단하기 위해 프로그램별로 분석하였다. 수집된 각 프로그램 코드별 예약어 빈도는 국어사자료학회의 '감작새(ver1.5)' 프로그램에 있는 '어절빈도보기'를 이용하였다.

얻어진 결과는 파악하기 쉽도록 다시 스프레드시트를 이용하여 <표 2>에 프로그램 코드 및 예약어별로 분석표를 만들었다.

<표 2> 프로그램 코드별 1:n 예약어 사용 패턴

그룹	명령어	Triangle	Hanoi	tetris	stack queue	원거북 각도	자수 합수	장문 그리기
root	루트							
turtle	거북	34	8	28	1		2	
	거북이					1		2
timer	시계			2	2	4		
	타이머	1	1	1	1			
position	위치하고							
	위치하기							
	위치하다			4				
	위치한다	11	15	1	8			
white	하얀							
	하얀색							
	하얗					2		
	하얗색							
	흰							1
forward	흰색					2	2	1
	앞으로							
	앞으로가기					1		1
	앞으로가다							
	앞으로간다							
	전진			9	8			

### 5.2. 다중 예약어 집합 적용 사례

다음 <표 3>은 두리틀에서 새로 추가 및 변경하여 구성된 다중 예약어 집합의 일부이다.

<표 3> 1:n 예약어 집합

영어명령	현재	변경 및 추가 → 1:n 집합
turtle	거북	거북/거북이
timer	타이머	타이머/시계
moveto	이동	이동/이동하고/이동하기/이동하다/이동한다 움직이고/움직이기/움직이다/움직인다 옮기기/옮기고/옮기며/옮긴다
position	위치한다	위치/위치한다/위치하다/위치하고/위치하기
hide	감추다	감추다/감춘다/감추고/투명거북
show	보이다	보이다/보인다/보이고
paint	색칠하다	색칠/색칠하다/색칠한다/색칠하고/색칠하기 칠/칠한다/칠하다/칠하고/칠하기
scale	확대한다	확대/확대한다/확대하다/확대하고/확대하기
closepath	닫기	닫기/닫다/닫는다/닫고 처음으로가기/처음으로간다/처음으로가고/ 처음으로가다/시작으로가다 시작으로가기/시작으로간다/시작으로가고
looks	변신	변신/변신한다/변신하다/변신하고 변형한다/변형하다/변형/변형하고
repeat	반복한다	반복/반복한다/반복하다/반복하고/반복하기
then	이러면	이러면/이면/만족하면
xpos?	x위치는?	x위치는?/세로위치는?/x좌표는?
ypos?	y위치는?	y위치는?/가로위치는?/y좌표는?

위와 같이 1:n명령어 집합을 구성하여 적용한 두리들을 이용하여 프로그래밍 교육을 하였다. 이 수업을 통해서 얻은 프로그램코드 중 몇 가지 사례를 제시한다.

<그림 10>과 <그림 11>는 같은 수업을 받은 학생들이 동일한 문제를 서로 다른 표현으로 프로그래밍한 코드 사례이다. 밑줄로 표시한 예약어가 각각 동일한 기능을 수행하는 다중 예약어의 다른 표현이다.

타이머, 간격으로, 동그라미, 노란색, 칠하다
타이머! 5 <u>간격</u> 으로 7 시간. 동그라미! (노란색) <u>칠</u> 하다.

<그림 10> 갑의 경우

시계, 간격, 원2, 노랑, 색칠하다
시계! 0.05 <u>간격</u> 30 시간. 원2! (노랑) <u>색칠</u> 하다.

<그림 11> 을의 사례

다음 <그림 12>은 한 명의 학습자가 같은 예약어를 상황에 맞게 다양한 표현의 예약어를 사용한 예이다.

위치한다 와 위치하다
거북 =거북! <u>만들다</u> -200 200 <u>위치</u> 한다. 거북! 200 200 <u>위치</u> 하고 90도 <u>우회</u> 전. 동그라미! (노란색) <u>칠</u> 하다.

<그림 12> 병의 사례

위의 사례를 통해 살펴본바와 같이 학습자들은 상황에 따라서, 혹은 자신이 인지하지 못하는 사이에 비슷한 예약어를 혼용하여 사용하고 있었다. 또한 동일한 문제를 해결하기위해 사용된 예약어도 개인의 기호에 따라 다양성을 나타냈다. 특히, 한 사람이 작성된 코드 내에서조차도 상황에 따라 적절한 예약어를 사용함으로써 보다 자연스러운 표현이 되고 있다.

### 5.3. 적용평가

<그림 13>는 1:1 예약어 집합을 적용하여 프로그래밍한 예제코드이고, <그림 14>, <그림 15>은 <그림 13>의 예제 프로그램을 새로 구성한 1:n 예약어 집합을 적용하여 재작성한 프로그램 코드이다.

두리= 거북! <u>작성</u> . 두리:이파리= [!30 전진 60 우회전 30 전진 120 우회전 30 전진 <u>닫기</u> 도형만들기]. 타이머1= 타이머! <u>작성</u> . 빨강원1= 두리! 이파리. 빨강원1! -100 150 이동 (빨강색) 색칠하다. 빨강원1:출날림= [타이머1! 0.1 간격 7 시간 [!18 우회전 5 -5 이동]실행]. 빨강원2= 빨강원1! <u>작성</u> . 빨강원2! -100 -20 이동 45 우회전 5 후진. 빨강원1! <u>출날림</u> . 두리! 펜들기 90 좌회전 200 전진 90 우회전 -250 전진 <u>펜내리기</u> . 두리! 500 전진 <u>도형만들기</u> (연두색) 색칠하다.
--

<그림 13> 1:1 예약어 적용 프로그램 코드

두리= 거북! <u>만들다</u> . 두리:이파리= [!30 <u>가고</u> 60 우회전 30 <u>가고</u> 120 우회전 30 <u>가고</u> <u>닫고</u> 도형만들기]. 알림이= 시계! <u>만들다</u> . 빨강원1= 두리! 이파리. 빨강원1! -100 150 이동 (빨강) 색칠하다. 빨강원1:출날림= [알림이! 0.1 간격 7 시간 [!18 우회전 5 -5 이동]실행]. 빨강원2= 빨강원1! <u>만들다</u> . 빨강원2! -100 -20 이동 45 우회전 5 후진. 빨강원1! <u>출날림</u> . 두리! 펜들고 90 좌회전 200 <u>가고</u> 90 우회전 -250 <u>가고</u> <u>펜내리기</u> . 두리! 500 <u>가고</u> <u>도형만들기</u> (연두) 색칠하다.
--

<그림 14> 1:n 예약어 적용 프로그램 코드1

두리= 거북이! <u>만들다</u> . 두리:이파리= [!30 <u>앞으로</u> 60 <u>오른쪽돌기</u> 30 <u>앞으로</u> 120 <u>오른쪽돌기</u> 30 <u>앞으로</u> 시작으로가고 도형만들기]. 알림이= 시계! <u>만들다</u> . 빨강원1= 두리! 이파리. 빨강원1! -100 150 <u>움직이고</u> (빨강색) <u>칠</u> 하다. 빨강원1:출날림= [알림이! 0.1 간격 7 시간 [!18 <u>오른쪽돌고</u> 5 -5 <u>움직이다</u> ]실행]. 빨강원2= 빨강원1! <u>만들다</u> . 빨강원2! -100 -20 <u>움직이고</u> 45 <u>오른쪽돌고</u> 5 뒤로. 빨강원1! <u>출날림</u> . 두리! <u>날고</u> 90 <u>왼쪽돌고</u> 200 <u>앞으로</u> 90 <u>오른쪽돌고</u> -250 <u>앞으로</u> <u>앉기</u> . 두리! 500 <u>앞으로</u> <u>도형만들고</u> (연두색) 색칠하다.
--

<그림 15> 1:n 예약어 적용 프로그램 코드2

제 작성된 프로그램 코드 <그림 14>과 <그림 15>은 학습자들에게 같은 프로그래밍을 작성하도록 하여 얻어낸 결과이다. 학습자들은 자신에게 친숙한 예약어를 사용하여 다양하게 프로그래밍하면서도 오류없이 실행결과를 얻을 수 있었다. 학습자의 논리적 흐름이 맞으면 프로그래밍언어의 정해진 형식에 구애받지 않고 프로그램을 작성할 수 있는 것이다.

대다수 초보 학습자들의 경우에는 앞 절에서 제시된 사례와 같이 '거북, 거북이'를 사용하거나 '도형만들기'와 '도형화하다' 등을 사용하면서 학습자마다 예약어 그룹 내에서 여러 가지를 사용하고 있었다. 또한 몇몇의 경우 같은 학습자가 작성한 하나의 프로그램 코드 내에서도 '거북'과 '거북이', '시계'와 '타이머'가 혼용되어 사용되는 등 학습자가 자신의 수준과 상황에 따라 프로그램을 작성하는 모습을 보이고 있다.

기존의 두리틀을 사용하여 프로그래밍을 해 본 경험이 있는 연구자들은 이전에 제공되었던 예약어를 그대로 사용하는 경향이 두드러졌다. 이는 새로운 예약어에 적용하기보다 기존의 습관대로 프로그래밍하거나, 이전의 코드를 복사하여 사용했기 때문에 발생한 것이다.

1:n 예약어로 프로그래밍을 해본 학습자들의 반응은 다양한 예약어를 통해서 다양한 표현이 가능함으로 프로그래밍을 해나가는 전체적인 과정이 자연스럽게 이루어졌다고 말하고 있다. 이와 같은 자연스러운은 프로그래밍 과정에서 발생할 수 있는 오류를 줄이고, 문제해결에 따른 알고리즘에 전념할 수 있게 하였다.

## 6. 결론

### 6.1. 요약 및 기대효과

컴퓨터과학교육의 핵심적인 학습 주제는 프로그래밍 교육에 관한 것이다. 그럼에도 불구하고 그동안 프로그래밍 교육이 잘 이루어지지 못한 이유는 교사나 학습자 모두에게 자바나 C같은 고급 프로그래밍 언어로 가르치거나 배우는 일 자체가 매우 어려운 학습대상이었기 때문이다. 따라서 학습자가 언어자체의 복잡성을 탈피하여 컴퓨터과학의 원리에 집중하는 가운데 프로그래밍 교육이 이루어지기 위해서는 EPL이 필요하다. 특히 이때의 EPL은 영어로 프로그래밍을 하는 것이 아닌 한글로 프로그래밍 될 때 더더욱 다양한 계층의 학습자의 인지적 부담을 덜어줄 수 있게 된다.

그러나 본 논문에서 다룬 한글EPL 두리틀의 경우에서처럼 한글EPL은 한글이라는 언어의 특성이 담겨있기 때문에 기존의 1:1의 예약어로는 한글어순에 따른

자연스러운 표현이 어렵고, 이것은 결국 소스코드의 가독성이 떨어지게 되는 원인이 된다. 따라서 학습자의 학습수준, 기호, 적용분야에 따라 적합한 명령어로 프로그래밍이 이루어지도록 우리 말글의 특징을 살린 1:n 다중예약어 집합을 구성하였다.

그 결과 실제로 작성된 1:n 예약어 집합을 통해 작성된 프로그램 코드를 살펴보면, 두리틀 설계자와 학습자가 표현하는 방법이 달라서 발생하던 오류를 크게 줄일 수 있었다. 또한, 학습자가 오류를 찾을 때에도 읽기 쉽고, 이해하기 쉬워서 오류수정에 따른 시간과 노력을 줄일 수 있다. 특히나 수학교육의 한글EPL을 적용한 사례를 통해서도 알 수 있듯이, 다양한 분야에 한글EPL이 적용되기 위해서는 그 분야에서 통용되는 전문용어들로 예약어를 구성했을 때 더욱 큰 효과가 있다. 즉, 한글EPL 두리틀이 누구나 쉽게 배우고 익히며 다양한 분야에 적용되기 위해서는 다중예약어 지원 체계인 1:n 방식이 되어야 한다.

### 6.2. 한계 및 제언

두리틀 학습을 위해 제공되었던 두리틀 교재와 프로그램 코드가 기존의 예약어로 작성된 것이기 때문에 학습자에게 기존 예약어 형식이 잠재적으로 학습되어 [21] 다양한 결과를 도출하지 못했다. 이밖에 수집한 프로그램 코드가 다양한 연령의 학습자를 고려한 프로그램 코드를 분석하는 데에 한계가 있었다. 다양하고 많은 학습자를 대상으로 수업하고, 그 결과를 분석한다면 다중 예약어집합을 보다 더 잘 정제하여 제공할 수 있으리라 생각된다. 학습자가 작성한 코드가 일정 서버로 자동 포워딩되는 시스템 구현을 통해 다양한 코드를 확보할 수 있게 된다.

다중예약어로 코딩된 소스코드는 코드작성자마다 서로 달라 다양하지만 일관성이 떨어지게 되어 오히려 혼란을 줄 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 1:n의 다중예약어를 대표하는 1:1 대표예약어를 설정하여 1:n으로 작성된 코드를 1:1 대표예약어로 변화시키는 기능이 추가되어야 할 것이다.

또한 다른 한글 EPL에서 1:n 다중예약어 연구를 통하여 이러한 효과가 일반적인 한글 EPL에서 나타나는지 알아볼 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] David Canfield Smith, Allen Cypher, and Larry Tesler(2000). Novice Programming Comes of A



ge. COMMUNICATIONS OF THE ACM.

[2] Linda Miver, Damian Conway(1999), GRAIL : A Zeroth Programming Language, International Conference on Computing in Education (ICCE99)

[3] Thad Crews, Uta Ziegler(1998), The Flowchart Interpreter for Introductory Programming Courses, Frontiers in Education Conference

[4] Allen Tucker(2003). A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Education Task Force Curriculum Committee. ACM Computing Curricula 2001 Computer Science: Final Report(2001). The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE Computer Society Association for Computing Machinery.

[5] 이원규(1991). 컴퓨터교육론. 교학사.

[6] 兼宗進(2003). 教育利用を目的としたオブジェクト指向言語の研究. 博士筑波大學審査學位論文. 筑波大學大学院

[7] 박재용(1998). 한글 Basic 프로그래밍언어의 유효성 분석에 관한 연구. 기업경영연구 제 9권. 한국기업경영학회.

[8] 권대용, 김혜민, 염용철, 유승욱, Susumu Kanemune, Yasushi Kuno(2004). 중등 컴퓨터과학교육을 위한 객체지향형 EPL '두리틀'의 적용과 평가, 제 7권 6호, 컴퓨터교육학회.

[9] 권혁철, 김영택(1983). 한글 프로그래밍언어 설계에 관한 연구. 석사학위논문. 서울대학교.

[10] 원유현, 이태욱, 김명렬(1989). 컴퓨터 EPL Cell의 설계에 관한 연구. 정보과학회지 제 16권 제 4호. 한국정보과학회.

[11] 이정모, 이건호(1998). 초보자의 C 언어 학습과정에 대한 인지심리학적 분석 연구:프로그래밍 학습과정 동안의 은유 사용의 효과. 인지과학 제 9권 제 4호. 한국인지과학회.

[12] Why use Logo?, <http://www.logosurvey.co.uk>

[13] 김진상, 박기현(1985). 한글 Logo 개발 및 그래픽 인터페이스에 관한 연구. Bull. I.I.S. 제 7권. 계명대학교.

[14] 김정호(1995). 컴퓨터 용어의 효율적인 한글화를 위한 인지심리학적 고찰: 안팎 합치도 원리 모형의 접근. 사회과학연구. 덕성여자대학교 사회과학연구소

[15] 신경구. 한글화의 원칙.  
<http://csfive.kaist.ac.kr/~wjlee/pub/korean/koreanize.txt>. KAIST 자연언어처리 연구실.

[16] 국립국어연구원(2002). 현대 국어 사용 빈도 조사.

국립국어연구원

[17] 국립국어연구원(2003). 한국어 학습용 어휘 목록. 국립국어연구원.

[18] Maddux C, Johnson, D(1989). Logo: Methods and curriculum for teachers. New York: Haworth Press.

[19] 박춘란(1991). 수학교육용 프로그래밍언어의 설계와 활용. 석사학위논문. 서울대학교.

[20] 김경미(2004). 객체지향형 교육용 프로그래밍 언어 '두리틀'의 수학교육 활용. 석사학위논문. 고려대학교

[21] 김종서(1987). 잠재적 교육과정의 이론과 실제. 교육과학사.

[22] 김경미(2004). "객체지향형 교육용 프로그래밍 언어 '두리틀(Dolittle)'의 수학교육 활용", 대한수학교육학회 수학교육학논총

## 최해심

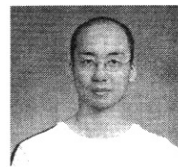


2002 한국 방송통신 대학교 컴퓨터 과학과(이학사)

2004 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육 전공 (교육학석사)

관심분야: 컴퓨터교육, EPL  
email: e-punny@hanmail.net

## 권대용



2003 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과(이학사)

2004~현재 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과 석사과정

관심분야: 컴퓨터교육, EPL, 교육용 로봇  
email: dykwon@comedu.korea.ac.kr

### 김형신



2000 이화여자대학교 교육공학과(문학사)

2003 Northwestern University, Evanston, IL (Master of Arts)

2005 ~ 현재 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, HCI, CSCIL

email: hyungshin@korea.ac.kr

관심분야: 컴퓨터교육, EPL

email: swyoo@korea.ac.kr

### 이원규



1985 고려대학교 문과대학 영어영문학과 (문학사)

1989 筑波大學 大學院 理工學研究科 (공학석사)

1993 筑波大學 大學院 理工學研究科 (공학박사)

1993~1995 한국문화예술진흥원 책임연구원

1996~현재 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨터교육, 정보검색, 데이터베이스

email: lee@comedu.korea.ac.kr

### 염용철



1991 서울교육대학교 수학교육 (교육학학사)

2001 서울교육대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)

1991~1995 서울개봉초등학교 교사

1996~1999 서울개명초등학교 교사

2000~2003 서울세곡초등학교 교사

2004~현재 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, EPL

email: yycok@comedu.korea.ac.kr

### 유승욱



1983 충남대학교 기계교육학과(공학사)

1985~1989 자양중학교 교사

1989~1992 용곡중학교 교사

1992~1996 종로산업학교 교사

1996~현재 강남공업고등학교 교사

2002 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공 (교육학석사)

2002~현재 고려대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사과정