

비전공자의 프로그래밍 수업에서 발생하는 오류 유형 분석

이명숙^o

^o계명대학교 타블라라사칼리지

e-mail: mslee@kmu.ac.kr^o

Analysis of Error Types Occurring in Programming Classes for Non-majors

Myung-Suk Lee^o

^oTabula Rasa College, Keimyung University

● 요약 ●

본 논문은 비전공자의 프로그래밍 수업에서 발생하는 오류들을 수집하고 오류 유형을 분석하여 초보 프로그래머의 오류 문제 해결을 쉽게 접근할 수 있도록 하고 교수자가 하는 피드백을 인공지능을 통해 자동화하는 시스템을 개발하는 기초 연구가 되는 것을 목표로 하였다. 결과로는 분석한 오류 유형에는 컴파일 타임 에러가 가장 많이 발생하였고 그중에서도 구문에러(syntax error), 그중 missing 에러가 가장 많이 나타났다. 비전공자 학습자는 에러메시지를 이해하는 것을 가장 어려워하였고, 교수자의 피드백을 가장 질실하게 필요로 하였다. 좋은 오류 메시지는 초보자 프로그래머를 위한 프로그램 사용성에 큰 차이를 만들 수 있어 오류 메시지 내용을 단순화시킬 필요가 있으며, 학습자와 교수자의 상호작용을 효율적으로 이루어지게 할 필요가 있고, 인공지능을 통한 피드백을 자동화할 필요가 있음을 제안하였다. 향후 과제로는 오류 유형 중 자주 발생하는 구문에러부터 해결할 수 있는 인공지능을 이용한 자동 피드백 프로그램을 만들어 학습자와 실시간 상호작용하여 온라인에서 프로그래밍 수업이 가능한 학습시스템을 구현하고자 한다.

키워드: 비전공자(Non-majors), 프로그래밍 오류(Programming Error), 오류 유형(Error Type)

I. Introduction

온라인에서 컴퓨터 프로그램 교육은 교수자의 피드백이 어려워 오히려 학습자의 문제 해결능력이 크게 요구되고 있다. 그럼에도 불구하고 온라인에서 자동으로 학습자의 컴퓨터 프로그램을 온라인에서 학습하는 경우 피드백을 위한 해결 방안이나 연구들이 많지 않다.

이에 정혜욱(2021)[1]은 온라인 수업은 오프라인 수업에 비해 교수자와의 상호작용에 한계가 있어 학습자의 오류 해결 능력을 키우기 위해 학습자의 오류 사례를 분석하여 프로그래밍 교육방안을 제시하고 있다. 그 방법으로 각 단원에서 발생하는 오류와 오류 메시지를 해석하는 방법을 설명해 주고, 오류를 빠르게 찾기 못하면 단계별로 오류를 해결하도록 하고 오류 유형을 파악하여 자료나 인터넷을 통해 참고할 방법을 제공하는 것을 교육방안으로 제시하고 있다. 이러한 방법들은 기존에 사용 방법과 별다른 차별성이 없을 뿐만 아니라 유형을 파악하는 것도 비전공자들이 이해할 수 있도록 좀 더 단순화된 방법이 필요하다.

또한 김지선외(2014)[2]의 연구에서는 오류 유형과 프로그래밍 개념학습의 성취 수준과의 관계 분석을 연구하였다. 문법 오류, 논리

류, 코딩오류 중 논리오류가 69.3%로 가장 높았으며, 성취 수준이 높을수록 코딩오류나 논리오류가 적게 나타나는 연구 결과를 보였다. 여기에서 본 연구와의 차별성은 문제해석 능력 부족, 필요한 절차 누락, 문제 해결 전략 부족을 논리오류로 보는 관점이 본 연구와 다르다. 이 연구에서 문법 오류, 코딩오류를 줄이기 위해 반복 학습, 다양한 예제 프로그래밍 학습, 난이도별 문법 중심 학습을 통해 해결하고자 하였고, 프로그래밍 오류 성찰에 대한 개별 피드백이 필요하고 차별화된 피드백 튜터링의 필요성을 강조하고 있다.

이에 본 연구에서는 여러 연구들의 필요성과 학습자의 설문조사를 통해 수집하여 프로그래밍 시 어려운 점 등을 분석하였고, 'C 프로그래밍' 오류 유형을 분석하여 매우 단순화하여 비전공 학생들이 이해하기 쉽도록 분류하였다. 그리고 온라인 수업 시 자동으로 피드백이 가능한 시스템을 설계하여 초보 수준을 통과하여 스스로 학습할 수 있는 단계로 나아갈 수 있도록 돕는 플랫폼을 개발하는데 기초 연구가 되고자한다.

II. Error type Analysis

2.1 연구방법

본 연구는 교양수업을 듣는 비전공자 학생 40명이 2022학년 1학기에 프로그래밍 수업을 듣는 학생을 대상으로 하였다. 설문 조사에 앞서 프로그램 수업에서 발생하는 오류를 서버에 만들어 두고 링크를 배포하여 언제든지 발생한 오류 메시지를 등록할 수 있도록 하였고 3개월 동안 오류 메시지를 수집하였다. 그 후 설문 조사를 통해 프로그램을 작성할 때 가장 어려운 점을 조사하였다.

2.2 연구 결과

설문 조사 결과로 ① 오류 발생 시 문제 해결 ② 프로그램 순서, 특히 변수선언 ③ 문제 해석 순으로 어려움을 보였다. 특히 김지선의 연구에서 가장 크게 부각된 문제인 논리오류 문제는 본 연구에서 컴퓨팅사고의 문제인식 알고리즘의 자연어 코딩으로 문제를 해결하고자 하였다. 그럼에도 불구하고 문제해석이 3위를 보였다. 이는 컴퓨팅 사고의 이론 수업에서 반복해서 해결하기로 하였다.

이 설문조사 결과를 통해 보았을 때 비전공자 특히 초보 프로그래머의 문제는 컴파일타임에러가 가장 많은 횟수가 저장되었다. 여기에서 교수자의 피드백이 닿지 않으면 포기하는 학습자들도 많이 발생하였다. 컴파일타임에러 발생 시 문제 해결을 도와주면 그래도 초급과정을 통과할 수 있는 기회를 줄 수 있다는 결론을 얻게 되었다. 그래서 가장 많이 발생하는 오류를 수집하기 위하여 3개월 수업 중에 온라인에 업로드 할 수 있도록 링크를 만들어 놓고 프로그램 실행마다 등록하도록 하여 수작업으로 정리하였고, 그 결과 Fig. 1과 같다.

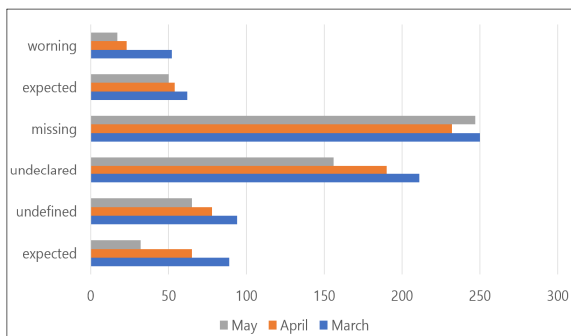


Fig. 1. Error frequency

응답 횟수가 총 1,967회로 한 학생당 50회 정도 응답하였다. 이 중 대부분 구문 에러(syntax error)가 가장 많이 보였고, 그중 missing 에러가 가장 많았다. 그다음으로 변수선언 문제, 오타 문제 순으로 나타났다. 특징으로는 가장 많은 missing 문제는 계속해서 많은 오류가 나타나는 것으로 보였지만 빠르게 수정하는 것을 알 수 있었고, 그만큼 몇 개의 에러 형태로 간략하게 정리한 것을 잘 이해하였음을 알 수 있다. 다른 에러들은 점차 발생률이 줄어드는 경향을 보였다.

2.3 오류 유형 분석

c/c++ 컴파일러와 빌드 도구 오류 및 경고 메시지들을 살펴보면 너무 많은 오류 메시지 정리표가 있다[3]. 큰 카테고리별로는 런타임 오류는 Rxxx, 컴파일 오류는 Cxxx, 링커 도구 오류는 LNKxxxx, 리소스 컴파일러 오류 및 경고는 RCxxxx, BSCMAKE 오류 및 경고는 BKxxxx, 명령줄 오류 및 경고는 Dxxxx, CVTRES 오류 및 경고는 CVTxxxx, 수학오류는 Mxxxx, 식계산기오류는 CXXxxxx, NMAKE 오류 및 경고는 Uxxxx, 프로젝트 빌드 오류 및 경고는 PRJxxxx이며 여기서 small xxxx 는 에러메세지 발생 시 해당 번호가 나타나고 번호를 찾아서 문제를 해결할 수 있다.

그러나 이것은 대부분 전문가들이 해결하는 방법이고 초보프로그래머는 이것을 해석하기가 쉽지 않다. 그래서 크게 ‘C 프로그래밍 언어’의 에러의 종류를 보면 컴파일타임에러(Compile-time Error), 런타임에러(Run-time Error), 논리예러(Logical Error)로 크게 구분할 수 있다.

컴파일타임에러는 컴파일 시에 발생하는 에러이며 대부분 문법적인 에러가 주류를 이룬다. 이 경우는 컴파일이 되지 않으며 Warning이나 Error가 상태 창에 뜨며 초보부터 프로그래머까지 대부분 프로그래머가 겪는 범용적 에러이다. 문법적 에러 외에도 데이터타입 에러, 함수 선언 에러, 헤드 파일 추가 에러 등이 포함된다. 초보 프로그래머는 컴파일타임에러를 가장 어려워한다.

런타임 에러는 프로그램 실행 시에 발생하는 에러로 대부분 프로그램을 잘 때 설계 미숙으로 발생하며 대표적인 경우가 ‘어떤 값을 0으로 나누는 경우’와 ‘무한 루프가 발생하는 경우’가 있다.

논리적 에러는 논리적으로 오류로 인해 발생하는 에러로 프로그램은 실행되지만, 프로그래머가 의도한 결과의 값이 출력되지 않는 경우이다. 고수준의 프로그램 에러로 초보 프로그래머에게 익숙하지 않은 에러이다. 이 중에 초보 프로그래머가 가장 많이 발생시키는 에러가 컴파일타임에러이고 컴파일타임 에러를 쉽게 해결하면 초급과정을 무난히 통과할 수 있다. 이를 표로 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. Error Type and Message

Error Type	Error Message
Compile Time Error	[Error] expected expression before 'return'
	undefined reference to 'printf'
	'a' undeclared identifier (first use in this function)
	syntax error : missing ';' before 'if'
	'/' expected
	Undefined symbol 'identifier'
	Declaration missing ;
	Declaration terminated incorrectly
	Declaration was expected
	called object 'a' is not a function or function pointer
	[Warning] incompatible implicit declaration of built-in function 'sqrt'
	Misplaced break or Misplaced continue
	Array must have at least one element
Run-time Error	Cannot overload 'main'
	Undefined symbol 'identifier'
	[Warning] division by zero [-Wdiv-by-zero]
Logical Error	infinite loop
	no error message

III. Conclusions

오래전부터 구문오류 메시지와 같은 컴파일러 및 인터프리터에 의해 생성된 진단 메시지가 연구되어왔고, 이 메시지가 초보자에게 매우 효과적이라는 것을 알면서도 오류메시지를 정확하게 알려 주는 것에는 아직도 많은 어려움을 가지고 있다[4].

이에 본 연구에서는 C프로그래밍 언어 수행 시 발생하는 오류 유형을 분석하였다. 또한, 비전공자 학습자의 프로그래밍 수업에서 발생하는 오류메시지를 3개월 동안 수집하여 유형을 분석한 결과, 오류 유형중 컴파일타임 에러가 가장 많이 발생하였고 그중에서도 syntax 에러가 가장 많았으며, missing 에러가 가장 많은 횟수로 등록되었다. 그리고 에러 발생지점과 이유를 메시지로 알려주고 있음에도 불구하고 복잡하게 나타나 있는 에러 메시지를 이해하는 것을 어려워하였다.

좋은 오류 메시지는 초보자 프로그래머를 위한 프로그램 사용성에 큰 차이를 만들 수 있다. 예를 들면, 메시지의 문구만으로도 학습자가 다른 사람의 도움 없이 문제를 해결할 수 있기도 하고 작은 오류를 빠르게 이해하여 제거할 수 있는 것과 같이 큰 차이를 만들 수 있다.

이에 비전공자를 위한 프로그래밍 수업에서 오류 메시지를 잘 파악할 수 있도록 몇 가지 교육 방법을 제안한다. 첫째, 복잡하게 나타나는 오류메시지 내용을 단순화시킬 필요가 있다. 특히 영어에 대한 거부감이 있는 학생은 키워드 한두개만 익히도 오류메시지를 파악할 수 있지만, 아예 외면하는 경우가 많이 있기 때문이다.

둘째, 학습자와 교수자의 상호작용을 효율적으로 이루어지게 할 필요가 있다. 특히 프로그래밍 수업이 온라인 수업으로 이루어질 경우, 교수자의 피드백이 매우 어렵다. 이때 상호작용을 효율적으로 만들기 위해서 좋은 오류 메시지가 필요하다. 그러나 그 상호작용이

얼마나 효율적인지는 실제로 측정할 수는 없지만 학습자의 설문조사를 통해 가능하다.

셋째, 인공지능을 통한 피드백을 자동화할 필요가 있다. 최근 프로그래밍 수업이 오프라인 통합개발환경을 이용하는 것보다 온라인 통합개발환경을 많이 이용하는 추세이다. 이때 교수자가 옆에서 피드백하기 어렵기 때문에 인공지능을 통한 피드백을 자동화하여 학습자가 원하는 시점에 바로 피드백을 받을 수 있으면 학습을 포기하지 않고 학습의 완성도를 높일 수 있을 것이다. 이것이 가능하면 현재 온라인에서 프로그래밍 수업의 다양한 문제들을 해결할 수 있을 것이다.

이에 향후 과제로 오류 유형 중에 자주 발생하는 구문에러부터 해결할 수 있는 인공지능을 이용한 자동 피드백 프로그램을 만들어 학습자와 실시간 상호작용하여 온라인에서 프로그래밍 수업이 가능한 학습시스템을 구현하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. 2020R1F1A1A70800)

REFERENCES

- [1] Hwjung, "A Case Study of Python Programming Error in an Online Learning Environment," The Journal of the Convergence on Culture Technology(JCCT), Vol. 7, No. 3, pp. 247-253, August 2021.
- [2] Jskim, and yskim, "The Analysis of Relationship between Academic Achievement Level of Concept Learning and Error Type in Online Programming Course," Vol. 17, No. 5, September 2014.
- [3] Microsoft, <https://docs.microsoft.com/ko-kr/cpp/error-messages/tool-errors/cvtres-errors-cvt1100-through-cvt4001?view=msvc-170>.
- [4] Brett A. Becker, etc. "Compiler Error Messages Considered Unhelpful: The Landscape of Text-Based Programming Error Message Research," Working Group Report, July 2019.