

A Study on the Composition of the Feedback Environment of Self-directed Content

Jin-Seok Moon*, Seong-Hyun Park**, Young-Suk Chung**

*Ph. Student, Dept. Information Technology Convergence, Kongju National University, Cheonan, Korea

**Lecturer, Dept. of Computer Engineering, Kongju National University, Cheonan, Korea

[Abstract]

After COVID-19, non-face-to-face education has been expanded. In practice-oriented education such as PLC (Programmable Logic Controller), learning using simulators is proposed. There is a difference in understanding between learners. Learners with low understanding find it difficult to conceive a PLC program in the process of self-directed learning, and when a problem occurs while driving, it is difficult to analyze the cause. It is not possible to solve these problems and results in giving up self-directed learning in the middle. In this study, a chart before PLC programming was prepared to review the suitability of the concept, and learning outcomes were confirmed with a simulator equipped with a feedback system that reviews the suitability of the simulator driving after programming. Learners with lower understanding than learners with higher learning ability can more easily conceive programming through simulator learning, and the ability to solve problems arising in the program driving process has also been improved. As a result, it can be confirmed that the overall learning ability of learners is improved. Applying the learning contents of the feedback delivery method to practice-oriented education other than the PLC program is expected to greatly improve learners' understanding and efficiency.

▶ **Key words:** Self-directed Learning, Educational Content Development, PLC, Simulator, Feedback, Programming

-
- First Author: Jin-Seok Moon, Corresponding Author: Seong-Hyun Park
 - *Jin-Seok Moon (jinseokray@naver.com), Dept. Information Technology Convergence, Kongju National University
 - **Seong-Hyun Park (a94270816@gmail.com), Dept. of Computer Engineering, Kongju National University
 - **Young-Suk Chung (merope@kongju.ac.kr), Dept. of Computer Engineering, Kongju National University
 - Received: 2024. 11. 27, Revised: 2025. 01. 17, Accepted: 2025. 01. 17.

[요 약]

COVID-19 이후 비대면 교육이 확대되었다. PLC(Programmable Logic Controller) 같은 실습 중심 교육은 시뮬레이터를 활용한 학습이 제안되고 있다. 학습자 간 이해도 차이가 발생한다. 이해도가 낮은 학습자는 자기주도 학습 과정에서 PLC 프로그램 구상을 어려워하며, 구동 중 문제가 발생했을 때 원인을 분석하기 힘들어한다. 이러한 문제를 해결하지 못하고 자기주도 학습을 중도에 포기하는 결과가 발생한다. 본 연구는 PLC 프로그래밍 전 차트를 작성해 구상의 적합성을 검토 받고, 프로그래밍 후 시뮬레이터 구동의 적합성을 검토 받는 피드백(Feedback) 시스템을 탑재한 시뮬레이터로 학습 성과를 확인했다. 학습 능력이 높은 학습자보다 이해도가 낮은 학습자가 시뮬레이터 학습을 통해 프로그래밍 구상을 보다 수월하게 할 수 있게 되었으며, 프로그램 구동 과정에서 발생한 문제를 해결하는 능력도 향상됐다. 그리하여 학습자들의 전체적인 학습 능력이 향상되는 것을 확인할 수 있다. 피드백 전달 방식의 학습 콘텐츠를 PLC 프로그램 외의 실습 중심 교육에도 적용하면 학습자의 이해도와 효율성이 크게 향상될 것으로 기대된다.

▶ **주제어:** 자기 주도 학습, 교육 콘텐츠 개발, PLC, 시뮬레이터, 피드백, 프로그래밍

I. Introduction

COVID-19로 인한 팬데믹(Pandemic)으로 비대면 교육의 확대와 함께, 전문 기술 교육 분야에서도 온라인 학습 플랫폼의 중요성이 크게 부각되고 있다[1]. 특히 PLC(Programmable Logic Controller) 리더 프로그래밍과 같은 실습 중심의 교육에서는 효과적인 온라인 학습 방법의 개발이 시급한 과제로 떠오르고 있다[2]. 전통적인 PLC 프로그래밍 교육은 대면 실습을 통해 이루어졌으나, 비대면 환경에서는 시뮬레이터 소프트웨어를 활용한 학습 방식이 대안으로 제시되고 있다[3-4].

시뮬레이터 이용한 비대면 학습 방식은 여러 가지 보완할 부분이 있다. 개인 학습 중 겪는 문제에 대해 학습자가 즉각적인 피드백을 받기 어려워 자기주도 학습에 곤란을 겪으며, 피드백 부재로 인해 자신의 문제점을 인지하고, 수정하기도 쉽지 않다[5]. 그리고 학습자 간의 이해도와 학습 속도 차이가 있는 상황에서, 동일한 콘텐츠는 학습 효과를 제한할 것이다.

본 연구는 자기주도 학습의 문제점을 개선하기 위해 사전·사후 피드백 시스템을 통합한 새로운 자기주도 학습 콘텐츠를 개발하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 PLC 프로그래밍 학습을 위한 효과적인 사전 계획 차트 작성 방법을 제안하고, 프로그래밍 전후에 체계적인 피드백 시스템을 구축한다. 더불어, 학습자의 이해도와 학습 진도에 맞는 맞춤형 학습 경로를 제공하여 개인화된 학습 경험을 실현하고자 한다.

이러한 접근 방식은 비대면 실습 교육의 질을 높일 수 있는 가능성이 크다. 실시간 피드백 시스템은 학습자가 문제를 스스로 파악하고 해결하는 과정을 경험함으로써 자기주도 학습 능력이 강화하는데 도움이 될 수 있다[6]. 또한, 단계별 학습 문제를 통하여 학습자의 수준별 개인화된 실습을 제공하며, 이는 실제 산업 현장에서 요구되는 PLC 프로그래밍 스킬 습득에 크게 기여할 것으로 기대된다.

본 연구는 사전·사후 피드백 시스템이 PLC 프로그래밍 학습의 효율성과 자기 주도 학습 능력 향상에 미치는 영향을 살펴보고, 개인별 피드백이 학습자 간 이해도 편차를 낮추는데 도움을 줄 것으로 기대하며, 특히 성취도가 낮은 학습자의 성취도 향상에 도움이 될 것으로 기대한다[7].

본 연구에 의하여 개발한 학습 콘텐츠는 PLC 프로그래밍 교육의 효율성을 높일 뿐만 아니라, 다른 기술 교육 분야에서도 적용 가능한 새로운 온라인 학습 방식을 제시할 수 있을 것이다. 이는 비대면 교육 환경에서 실습 중심 기술 교육의 질적 향상에 기여하며, 학습자의 자기 주도적 학습 능력 개발과 산업 현장에서 필요한 실질적인 기술 습득을 촉진할 것이다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 PLC Program

자동화 생산 설비의 제어 장비인 PLC는 AND, OR, NOT 등의 논리기호를 이용하여 작성하는 산업용 컨트롤러로 주로 입출력 전기 신호를 제어하는 역할을 담당한다[8]. 일반적으로 PLC가 지원하는 프로그래밍 언어 형태는 LD, IL, ST, SFC가 있고, LD(Ladder Diagram)는 사다리 형태로 접점, 릴레이, 타이머, 카운터를 심벌 프로그래밍을 하는 언어이다[9]. 시퀀스 제어(Sequence control)는 정해진 순서대로 제어하는 방법으로 전기 시퀀스 제어는 전자 개폐기(릴레이), 카운터, 타이머 등의 제품에 통전하여 동작하도록 하는 방법으로 PLC LD 언어도 시퀀스 제어 방식을 프로그래밍하고, 프로그래밍에 사용되는 심벌도 전기 시퀀스 제어에서 사용하는 릴레이 타이머 카운터 등의 심벌로 PLC에 있어서 유사한 제어 방식으로 프로그래밍 한다[10-11].

PLC의 특징 중 하나는 데이터 메모리에 직접 접근하여 사용할 수 있도록 메모리의 심벌(Symbol)과 주소가 공개되어 있다[12]. 심벌은 주로 알파벳 1~2자리로 이루어지며, 심벌에 따라 입력 영역, 출력 영역, 내부 릴레이 영역 등으로 나뉘며 제조사마다 각 영역을 나타내는 심벌은 상이하다[13]. PLC의 데이터 메모리는 주로 입출력 신호와 내부 릴레이 신호를 저장하는 비트(bit) 단위로 접근이 가능하며, 제조사별로 바이트(Byte), 워드(Word) 및 더블 워드(Double Word) 단위로 사용이 가능하며, 이를 위해 데이터 단위 명령어 셋을 지원 가능하여 간단한 수치 연산 또한 가능하다[14].

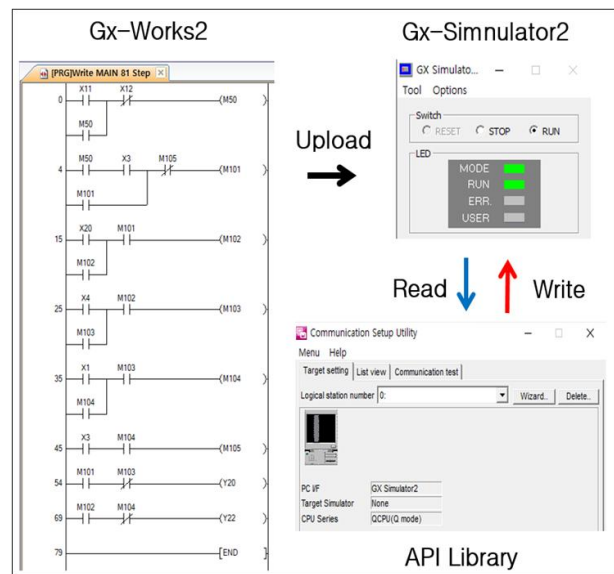
PLC 프로그램 작성은 초창기에 전용 로더(Loader)를 이용해서 작성하던 방식에서 가정용 컴퓨터가 보급된 이후, PC에서 프로그래밍 가능한 전용 개발 도구를 이용해 프로그램 작성 및 업로드 할 수 있도록 변화되어 왔다. 이 과정에서 작성한 프로그램의 동작 확인을 위한 PLC 시뮬레이션이 개발 도구에 탑재되게 되어 PLC가 없는 환경에서도 PLC 프로그램의 동작 상태를 시뮬레이션 할 수 있게 되었다[15-16].

1.2 PLC Simulation Connection

PLC는 기종에 따라 PLC에서 직접 프로토콜을 생성하여 외부로 접속이 가능하나, 현업에서 주로 이루어지는 방식은 PLC의 입력과 출력 메모리 주소에 접근하여 데이터를 교환하는 방식을 취한다[17]. PLC는 이를 위해 다양한

방식의 프로토콜을 제공하고 있다. 주로 널리 사용되는 방식으로는 모드버스(Modbus)와 같이 공용 프로토콜을 지원하는 방식과 미쓰비시사의 MC 프로토콜과 같이 자사의 공개 프로토콜을 제공하는 방식, 및 같은 제조사의 다른 기기들끼리 통신할 수 있도록 지원하는 전용 프로토콜 등이 있다[18].

다만, 이는 어디까지나 PLC의 하드웨어가 있는 상태에서 데이터에 접근하는 방법이며, PLC가 없는 환경에서는 PLC 개발 도구에서 지원하는 PLC 시뮬레이션에 접근해야 한다. 다행히 대부분 메이저 제조사에서는 PLC 시뮬레이션에 접근할 수 있는 API를 제공하고 있으며, API에서 제공하는 라이브러리를 통해 PC에서 실행되는 PLC 시뮬레이션의 메모리에 접근하여 데이터를 취득할 수 있다 [19-20]. [Fig 1]은 PLC 프로그램과 API를 통해 데이터를 취득하는 방법을 보여준다.



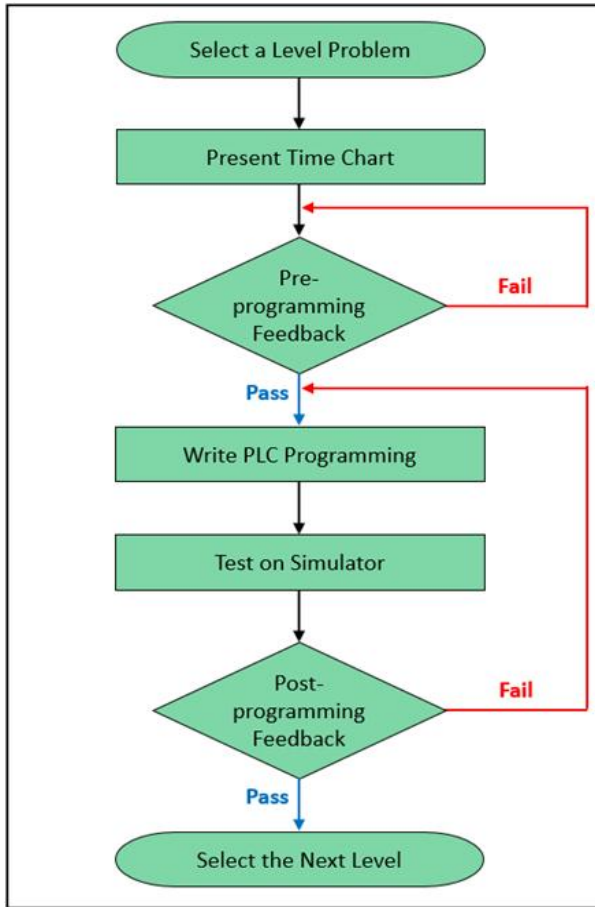


Fig. 2. Self-directed content learning flow

자기주도 학습 콘텐츠에는 연습 문제 파트가 있으며, 이 부분에서는 학습자가 실습할 수 있는 문제들이 여러 레벨로 나누어져 있다. [Fig 3]은 학습할 시뮬레이션의 동작 화면으로 문제 레벨, 타이밍 차트, 프로그램 전 피드백, PLC 연결, 프로그램 후 피드백, 문제 종료 순으로 시뮬레이터 화면이 구성되어 있고, 다음과 같이 사용한다. 학습자는 레벨을 선택하여 각 레벨의 문제를 확인하고, 문제는 실린더의 구동 설명과 동작 타이밍 차트로 구성되어 있다. 문제를 확인한 후, 학습자는 프로그래밍 전에 피드백(Pre-Programming Feedback)을 통해 프로그램 구성이 적절한지 검토한다. 피드백에서 "PASS"를 받으면 PLC 프로그램 코딩을 진행하고, "FAIL"이 나오면 피드백 단계를 다시 수행한다.

PLC 프로그램을 작성한 후, 시뮬레이터에 연결하여 프로그램 후 피드백을 통해 실린더가 올바르게 동작하는지 확인한다. "PASS" 시에는 문제를 완료하고 다음 레벨로 진행한다. 만약 "FAIL"이 나오면 PLC 프로그램을 수정하여 실린더 동작을 다시 확인해야 한다. 이러한 단계별 과정으로 자기주도 학습 시스템을 구성하여, 학습자가 단계

적으로 레벨을 학습하며 PLC 프로그래밍 능력을 향상할 수 있다.

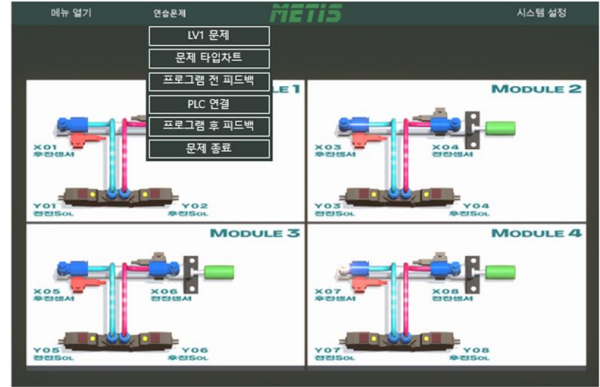


Fig. 3. Self-directed content simulator

2. Modeling Process

2.1 Pre-Programming Feedback

PLC 프로그래밍을 시퀀스 제어하는데, 프로그래밍 전에 차트를 작성하여 자신의 프로그래밍 구성을 확인할 수 있다.

[Fig 4]는 프로그래밍 전 피드백 구성으로 피드백 방법은 다음과 같다. 시퀀스 제어는 미리 정한 순서대로 프로그래밍하는 것으로 자동화 장비의 구동 순서에 맞게 프로그래밍하기 위해서 장비의 동작을 확인하는 센서 신호를 받고, 단계별로 정해진 대로 작동하는지를 확인하기 위한 전 단계 릴레이의 신호를 받아오고, 이러한 신호들이 입력되면 장비를 동작하기 위한 릴레이를 ON 시켜서 장비가 출력하게 된다. 이러한 동작을 구성하는 데 필요한 정보가 센서, 전 단계 동작을 했는지 확인이 필요한 확인 릴레이 현 단계의 장비를 작동시키기 위한 릴레이와 장비 동작에 필요한 출력값이 필요하며 프로그래밍 전 단계 차트에 해당 정보들을 입력할 창을 만들고 구성한 값을 입력한다. 구상이 맞게 되었다면 PASS를 표기하여 PLC 프로그래밍을 하는 단계로 넘어가고, 구상이 잘못되었을 경우 FAIL 표시와 문제가 되는 부분을 표시하여 학습자가 잘못 구상한 부분을 다시 한번 확인하도록 한다.

LV1 Preplan charts					
STEP	A+	B+	A-	B-	END
센서	X03	X02	X04	X01	X03
확인릴레이	M105	M101	M102	M103	M104
릴레이	M101	M102	M103	M104	M105
출력	Y20	Y22	Y20	Y22	X
PASS / FAIL		N.O N.C		Check	
PASS					

LV1 Preplan charts					
STEP	A+	B+	A-	B-	END
센서	X02	X01	X04	X03	X03
확인릴레이	M105	M101	M102	M103	M104
릴레이	M101	M102	M102	M104	M105
출력	Y20	Y22	Y20	Y22	X
PASS / FAIL		N.O N.C		Check	
FAIL					

Fig. 4. Pre-programming feedback method

2.2 Feedback After Programming

PLC 프로그래밍 작업을 수행한 후, 시뮬레이터와 연결하여 작업한 프로그램이 정확하게 동작하는지 확인할 수 있다. PLC 출력 프로그래밍으로 장비를 구동한다.

[Fig 5]는 프로그래밍 후 피드백 구성으로 피드백 방법은 다음과 같다. PLC 출력의 ON, OFF 신호가 있고, 출력의 상태 표시를 시간의 흐름에 따라 HIGH, LOW 표시하게 하는 타임 차트를 이용하여 PLC 프로그램으로 동작 표시할 수 있다. 정답 표시는 파란색으로 표시하고, 올바르게 동작하면 PASS를 표기하여 완료를 표시할 수 있다. 올바르게 동작하지 않을 경우 해당 부분의 붉은색 점선으로 표시하고, FAIL 표시와 함께 해당 문제의 동작 구간을 표시하여 학습자가 잘 못한 부분을 인식하게 하여 프로그램 수정 시 빠르게 문제의 오류 부분을 파악할 수 있도록 한다.

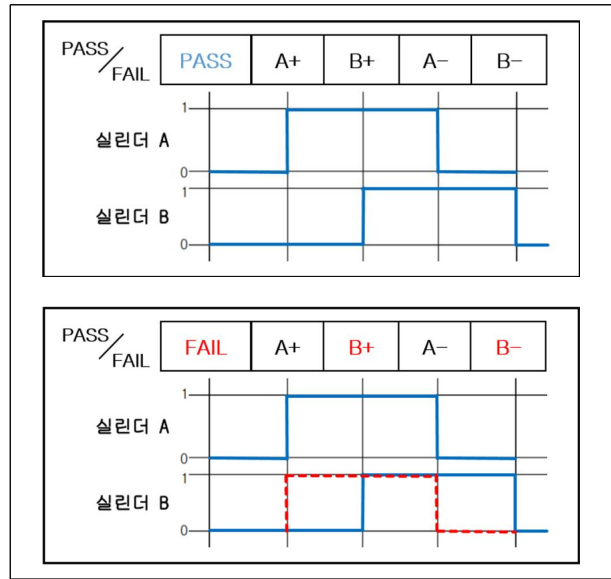


Fig. 5. How to Feedback After Programming

IV. Results and Discussion

본 연구는 직업교육훈련에 참여한 교육생을 실험의 대상으로 하였다. 교육훈련 참가자는 다양한 성별과 연령이 모집되며, 공장 자동화 부문은 남성이 많고, 취업을 목표로 수업이 이루어져 20대 교육생의 비중이 높다. 실험 대상의 통계는 [Table 1]과같이 군대를 전역하고 대학을 졸업 또는 졸업 직전인 20대 남성 15명을 선정하였다.

Table 1. Personnel Statics

Group	Number of Members	Gender	Age
Experimental Group	15	All Men	24~27
Comparative Group	15	All Men	24~27

두 개의 집단을 실험 집단과 비교 집단으로 나누었다. 실험 집단은 PLC 프로그래밍 전·후 피드백 기능이 있는, 비교 집단은 PLC 프로그래밍 연동 기능만 탑재한 시뮬레이터를 사용하도록 하였다.

자가 주도 콘텐츠의 사용 전 실험 집단과 비교 집단의 교육 수준을 확인하기 위하여 사전 테스트를 하였다. 내용은 전기 기초 이론, 전기 시퀀스 회로, 공압 이론 등으로 구성되었다. 사전 테스트 결과는 [Table 1]과 같고, 두 집단의 평균 점수 차이가 크지 않아 실험 전 학습 수준 비슷하고 볼 수 있다. 두 집단은 4시간씩 2일간 4주 수업하였고, 수업 내용은 [Table 2]와 같다.

Table 2. Plc Training Contents by Week

Week	Contents of Class
Week 1	Lamp Control
Week 2	Single Solenoid Valve Control
Week 3	Double Solenoid Valve Control
Week 4	Lamp Solenoid Valve Combination Control

1주 차 수업에서 시뮬레이터의 기본적인 사용법 및 총 11단계로 되어 있는 학습 콘텐츠의 1단계 문제를 함께 함으로써 학습 콘텐츠 사용 방법에 대하여 교습하였다.

학습 후 매주 학습 콘텐츠의 진행 단계를 확인하였다. 학습 콘텐츠는 한 번에 11단계의 문제를 확인할 수 없고, 현재 단계의 학습이 끝나야 다음 단계의 문제를 확인할 수 있다. [Table 3]에서 두 집단의 학습 진도율이 비슷하게 진행된 것을 볼 수 있다. 단계별 학습은 수업 내용과 연계할 수 있도록 구성되었으며, 이해도가 높은 학습자는 흥미로 복습과 예습을 하게 되었고, 이해도가 낮은 학습자는 복습하게 된다. 매주 취업이라는 목표를 달성하기 위하여 자기학습의 중요성 부각시키며, 학습을 장려하였다.

Table 3. The Stage of Learning

Study Parking	Group	Number of Members	Average Learning Stage
Week 1	Experimental Group	15	4
	Comparative Group	15	3.7
Week 2	Experimental Group	15	6.4
	Comparative Group	15	6.3
Week 3	Experimental Group	15	8.4
	Comparative Group	15	8.6
Week 4	Experimental Group	15	11
	Comparative Group	15	11

두 집단은 두 차례의 평가를 진행하였으며 평가 결과는 [Table 4-6]에 나타나 있다. 첫 평가는 수업 단계에 따라 램프 제어와 편솔레노이드 밸브 제어 문제로 출제하였고, 두 번째 평가는 램프, 편솔레노이드, 양솔레노이드 그리고 종합제어 문제로 출제하였다. 평가 결과, 실험 집단의 평균 점수가 비교 집단보다 높은 것으로 나타나 실험 집단의 학습자가 전체적으로 PLC 학습을 잘했다고 할 수 있다. 그리고 표준편차의 차이가 작다는 점에서 실험 집단이 비교 집단보다 학습의 효과가 고르고 균등하게 나타났다고

볼 수 있다. 성적 결과인 [Table 6]을 보면, 실험 집단의 최저 점수대가 비교 집단보다 높은 것을 확인할 수 있다. 비슷한 단계별 학습을 진행한 두 개의 집단의 성적 차이를 통해 피드백 기능을 탑재한 시뮬레이터가 이해력과 관찰력이 낮은 학습자에게 더 효과적인 자기주도 학습을 수행하게 했다고 볼 수 있다.

Table 4. Primary Evaluation Means and Standard Deviations

Group	Number of Members	Average Value	Standard Deviation
Experimental Group	15	72	11.52
Comparative Group	15	69	16.85

Table 5. Secondary Evaluation Means and Standard Deviations

Group	Number of Members	Average Value	Standard Deviation
Experimental Group	15	79.6	9.03
Comparative Group	15	75.6	14.93

Table 6. Distribution of the mean acceptance of the 1st and 2nd evaluations of the two groups

Scoring Range	The First Evaluation		Second Evaluation	
	Experimental Group	Comparative Group	Experimental Group	Comparative Group
40-49	0	2	0	1
50-59	2	2	0	1
60-69	3	4	3	2
70-79	5	3	4	4
80-89	3	2	5	4
90-100	2	2	3	3
합계	15	15	15	15

V. Conclusions

피드백 시스템을 탑재한 시뮬레이터의 사용자는 프로그램 전 피드백을 받고, 프로그래밍 전과 후 피드백을 받아 프로그래밍 전후의 문제를 처리하는 학습을 하였다. 이해도가 낮은 학습자들이 시뮬레이터를 이용한 학습으로 PLC 프로그래밍 구상 단계에서 어려워하는 것을 수월하게 하였고, PLC 프로그래밍 후 구동 중 문제 파악 및 프로그램 수정 과정에서 포기하지 않고 문제를 해결하는 능력이 차츰 나아지는 것을 확인하였다.

연구의 실험집단과 비교 집단은 군 복무를 마친 20대의 남성으로 이루어져 있어, 더 다양한 연령과 성별을 대상으로 추가 실험이 필요하다. 또한 피드백 시스템은 Bit 신호에 의한 PLC 프로그래밍만이 가능하고 Byte, Word를 활용한 프로그래밍에 대한 피드백을 받지 못한다. 차후 해당 부분을 개선하여야 한다. 그리고 자기주도 학습 후 실패 원인별 횟수를 목록으로 보여주어 학습자가 실패 원인을 파악하여 프로그래밍 시 주의할 수 있을 거라 기대된다.

자기주도 학습을 위한 콘텐츠는 많이 개발되고 사용되고 있으나, 주로 미성년자를 위한 교육용 콘텐츠로 되어 있다. 성인들은 실습용 시뮬레이터로만 개발 도입되고 되어 있다. 차후 피드백 시스템이 탑재한 시뮬레이터가 PLC 이외의 다양한 부분으로 개발되어 성인 학습자들의 자기주도 학습이 원활하게 될 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] H. L. Roh, and M. N. CHOI, "A study on the perception of the difficulties of non-face-to-face-online classes for college students according to learner characteristics and self-regulation levels in the COVID-19 situation," *Journal of Teaching & Learning research*, Vol. 16, No. 1, pp. 25-48, 2023. DOI: 10.23122/kactl.2023.16.1.002
- [2] S. J. Kim, "The Effect of Class Contents, Interaction, and Learning Environment in Online Practice during COVID-19 on Nursing Students' Practice Satisfaction," *Journal of the Korean society for Wellness*, Vol. 17, No. 3, pp. 21-27, 2022. DOI: 10.21097/ksw.2022.8.17.3.21
- [3] S. H. Park, "Mobile-based Educational PLC Environment Construction Model," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 27, no. 1, pp. 61-67, 2022. DOI: 10.9708/JKSCI.2022.27.01.061.
- [4] H. H. Seo, J. W. Kim, and S. H. Park, "Simulation-based Education Model for PID Control Learning," *Journal of Convergence for Information Technology*, vol. 12, no. 3, pp. 286-293, 2022. DOI: 10.22156/CS4SMB.2022.12.03.286.
- [5] Y. H. Choi, and J. S. Kim, "A Case Study of Untact Communication liberal Arts Class - focusing on Reflection Journals and Feedback Activities," *JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION*, Vol. 22, No. 8, pp. 444-454, 2022. DOI: 10.5392/JKCA.2022.22.08.444
- [6] J. Y. Chang, I. W. Park, and E. J. Kim, "The Effects of Teaching Method and Homework Feedback on Students' Class Attitude, Classroom Atmosphere, Class Satisfaction, Self-Directed Learning, and Academic Achievement," *Teacher Education Research*, Vol. 57, No. 2, pp. 246-259, 2018. DOI: 10.15812/ter.57.2.201806.246
- [7] J. Y. Huh, "Flow Experience through PLC Practice," *Journal of Practical Engineering Education*, vol. 6, no. 1, pp. 43-49, Jun. 2014. DOI: 10.14702/JPEE.2014.043.
- [8] M. S. Park, and C. S. Kyu, "A Study on the ICT-based Problem-centered Learning Type Digital Logic Circuit Education Method Applying the Learning Pattern to Program the Electric Energy Control Sequence Circuit into PLC," *Journal of Knowledge Information Technology and Systems*, Vol. 16, No. 2, pp. 367-379, 2021. DOI: 10.34163/jkits.2021.16.2.012
- [9] C. Y. Kim and K. B. Lee, "Improved transient performance of mechanical parking facilities through simultaneous PLC and inverter control," *Journal of IKEEE*, vol. 25, no. 1, pp. 116-127, 2021. DOI: 10.7471/IKEEE.2021.25.1.116.
- [10] S. B. Lee, T. H. Park, and K.-S. Han, "Development of Machine Vision System based on PLC," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, vol. 20, no. 7, pp. 741-749, 2014. DOI: 10.5302/j.icros.2014.13.1969.
- [11] E. R. Alphonsus, and M. O. Abdullah, "A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs)," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 60, pp. 1185-1205, 2016. DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.025
- [12] M. G. Hudedmani, R. M. Umayal, S. K. Kabberalli, and R. Hittalmani, "Programmable logic controller (PLC) in automation," *Advanced Journal of Graduate Research*, vol. 2, no. 1, pp. 37-45, 2017. DOI: 10.21467/ajgr.2.1.37-45.
- [13] R. Netto, and A. Bagri, "Programmable logic controllers." *International Journal of Computer Applications* vol. 77, no. 11, pp. 27-31, 2013. DOI: doi.org/10.5120/13439-1291.
- [14] J. S. Han, and J. S. Yoo, "Design and Implementation of Modbus Communications for Smart Factory PLC Data Collection," *JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION*, Vol. 21, No. 4, pp. 77-87, 2021. DOI: 10.5392/JKCA.2021.21.04.077
- [15] K. J. Seo, J. H. Yun, K. S. Nam, and S. G. Kim, "Development of the Educational V-Factory system combining Virtual Reality," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 19, No. 4, pp. 617-622, 2018. DOI: 10.5762/KAIS.2018.19.4.617
- [16] H. H. Kim, S. S. Park, K. C. Lee, and Y. Y. Hwang, "Development of Hardware-linked Simulation Platform for Automation Mechanism Training," *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, Vol. 14, No. 4, pp. 34-42, 2015. DOI: 10.14775/ksmp.2015.14.4.034
- [17] K. S. Kim, J. C. Lee, and H. S. Ha, "Protocol Monitor System Between Cortex M7 Based PLC And HMI," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 25, No. 6, pp. 17-23, 2020. DOI: 10.9708/jksci.2020.25.06.017
- [18] Jin-Seok Han, and Jae-Soo Yoo, "Design and Implementation of Modbus Communications for Smart Factory PLC Data

Collection," JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION, Vol. 21, No. 4, pp. 77-87, 2021. DOI: 10.5392/JKCA.2021.21.04.077

- [19] C. Li, Z. Qu, and Y. Zhao, "Swimmy Disease Diagnosis Based on PLC Control System Design and Implementation. International," Journal of Computer and Communication Engineering, vol. 4, no. 1, pp. 57-60, 2015. DOI: 10.7763/ijcce.2015.v4.382
- [20] J. Wang, and Z. Z. Liu, "Design of Electrical System Teaching Platform Based on PLC and Implementation of Virtual Simulation Training System," Journal of Computers, vol. 35, no. 5, pp. 203-219, 2024. DOI: 10.53106/199115992024103505014

Authors



Jin-Seok Moon received the B. S. degree in Urban Society Engineering from Hyupsung University, Hwaseong in 2005. He is currently earning a master's degree in IT convergence.

I am interested in configuring automation systems such as smart factories and IOTs applied with computers.



Seong-Hyun Park received the B. S. degree in College of Arts and Music from Cheonan National University, Korea in 2017. The M. S, and Ph. D. degrees in Computer Engineering from Kongju National

University, Korea, in 2017, 2020. He is currently a teaching in the Department of Computer Science & Engineering. Kongju National University. He is interested in computer music, convergence Education. and Real Time System and Management and Clout computing and Communication.



Young-Suk Chung received the M. S. degree in Multimedia Engineering from Kongju national university, in 2009. Ph. D. degree in Computer Engineering from Kongju national university in 2013.

Young-Suk Chung received the M. S. degree in Multimedia Engineering from Kongju national university, in 2009. Ph. D. degree in Computer Engineering from Kongju national university in 2013.