

A Study on the EPL Education Platform Based on Embodied Cognition

Jihye Kim*, SeungYeop Han**, SunKwan Han***

*Researcher, Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea

**CEO, Rewond Corporation, Incheon, Korea

***Professor, Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education, Incheon, Korea

[Abstract]

This study aimed to improve the EPL education platform, Rewond (rewond.com), which was built as a prototype, into an EPL educational tool based on Embodied Cognition. In the first phase, the heuristic evaluation, five experts were selected to evaluate the subject using evaluation items that included learning principles of Embodied Cognition. Based on the evaluation results, debriefing session analysis, and consultations with co-researchers, three improvement points were identified and specific modification plans were proposed. During the beta version development phase, the co-researchers implemented an increase in coding content, provided help for each content, and added a feature that allows progression to the next learning stage upon completion of the previous one. In the final usability testing phase, the usability of the beta version was tested with ten fourth-grade elementary school students.

▶ **Key words:** Embodied Cognition, Embodied Learning, EPL, Usability Evaluation, UX Design

[요약]

본 연구는 체화인지 이론을 기반으로 개발된 코딩 교육 도구의 프로토타입에 관한 연구이다. 먼저 프로토타입의 휴리스틱 평가 단계에서는 전문가 5인을 선정하여 휴리스틱 평가 문항에 체화인지의 학습 원리를 포함한 평가 문항을 통하여 연구 대상을 평가하였다. 평가 결과와 디브리핑 세션 분석, 공동 연구자와의 협의를 통해 세 가지 개선 사항을 도출하였고 구체적인 수정 방안도 함께 제시하였다. 베타버전 구축 단계에서 코딩 콘텐츠의 양 증가, 콘텐츠별 도움말 제공, 이전 단계 학습 완료 후 다음 단계 학습으로 넘어갈 수 있는 기능의 요구사항을 발견하고 이를 구현하였다. 마지막 사용성 테스트 단계에서는 코딩 경험이 적은 초등학교 4학년 학생 10명을 대상으로 베타버전에 대한 사용성을 테스트하고 만족도와 난이도에 대한 설문 조사를 실시한 후 결과를 분석하여 최종 사용성 개선점을 도출하였다.

▶ **주제어:** 체화인지, 체화학습, 모션코딩, 사용성 평가, UX 디자인

-
- First Author: Jihye Kim, Corresponding Author: SunKwan Han
 - *Jihye Kim (god12202@daum.net), Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education
 - **SeungYeop Han (han@rewond.com) Rewond Corporation
 - ***SunKwan Han (han@ginue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education
 - Received: 2024. 06. 17, Revised: 2024. 07. 23, Accepted: 2024. 07. 26.

I. Introduction

구글의 Gemini AI와 OpenAI에서 개발한 NEO는 주변 환경을 인식하고 판단하여 환경과의 상호작용이 가능함을 보여주는 인공지능의 새로운 패러다임이 진행되고 있음을 알 수 있다.

사람처럼 생각하고 사람처럼 행동하는 AI를 만들기 위해 인공지능은 기호주의와 연결주의의 두 갈래 큰 패러다임을 거쳐 왔다. 이후 장병탁은 후속으로 인지주의 인공지능을 제안하였다[1]. 이는 인공지능이 환경과의 상호작용을 통해 인지가 구성되며 행동의 체화를 통해 학습과 추론이 순환적 반복이 이루어진다고 보고 실세계의 문제를 푸는데 적합하다고 보았다.

체화인지(Embodied Cognition)는 계산주의적 인지, 연결주의적 인지의 발전된 개념으로 인간의 마음과 신체는 이원적이지 않으며 인지는 신체와 환경과 마음의 상호작용을 통해서 형성된다는 이론이다[2].

이렇게 체화인지를 기반으로 한 Embodied AI가 인공지능의 새로운 패러다임을 가지면서 교육 분야에서도 체화인지를 기반으로 한 연구 사례를 찾아볼 수 있다. 선행 연구를 살펴보면 체화인지가 추상적 개념을 이해하는데 도움이 되고, 학습에 대한 긍정적인 태도를 갖는 등의 유의한 증거들이 있음을 알 수 있다. 또한 학습자를 둘러싼 사회와 환경과의 상호작용을 강조하므로 개인 맞춤형 학습 경험을 제공할 수 있다[3].

이와 같은 사례를 통해 체화인지가 컴퓨터 과학 교육과 같이 추상적인 개념을 학습하기에 도움이 된다는 여러 실험적 증거를 통해 초등학교 대상 컴퓨터 교육에 적용하기 적합하다고 판단된다. 이에 본 연구에서 신체 인식 기술을 활용한 모션 코딩 교육 플랫폼의 프로토타입(rewond.com)을 개발하고 이를 체화인지를 기반으로 한 EPL 교육 도구로 개선할 방향을 연구하고자 한다.

II. Preliminaries

1. EPL Education

EPL(교육용 프로그래밍 언어) 교육이란 초보 학습자의 인지 부담을 덜어줄 수 있는 코딩 도구를 이용하여 소프트웨어를 개발할 수 있는 능력과 문제 해결을 위한 사고력을 키우는 교육을 의미한다[6]. EPL은 기존의 프로그래밍 언어와 달리 어려운 문법 때문에 발생하는 구문 오류가 발생하지 않기 때문에 초보 학습자들의 교육에 대한

흥미를 유발하며 몰입을 이끌어낸다[7].

대표적인 EPL 플랫폼은 미국 MIT가 개발한 스크래치와 국내의 엔트리[8]가 있다. 두 개의 공통점은 블록 모양으로 표현되어 있어 ‘블록코딩’이라 불린다. 또한 각 블록은 특정한 기능이나 명령을 담고 있어 마우스로 드래그 앤드랍하여 블록을 조립하는 방법으로 알고리즘을 작성할 수 있다.

2. Embodied Cognition

사피로는 몸이 인지 과정에서 어떠한 본질적 역할을 하지 않고, 인간 마음이 비인간적 몸에 존재할 수 없다는 ‘분리 논제’에 대한 대안으로 ‘체화된 마음 논제’를 제시하였다[4]. ‘체화된 마음 논제’의 첫 번째 주장은 인지 과정이 몸과 마음의 합작품이며 몸이 없으면 인지는 제대로 작동할 수 없다는 것이다. 두 번째 주장은 마음의 작동은 몸 구조에 결정된다는 점이다. 따라서 마음이 산출하는 인지 내용이 몸 구조와 기제에 의해 결정된다고 한다.

몸이 인지를 구성하는데 ‘Weak EC’는 실제 신체가 인식에 있어 미미한 역할을 하고 오히려 뇌에서 신체 형식의 표상이 대부분의 작업을 수행한다는 주장이고 ‘Strong EC’는 신체의 신경 외적 구조적 특징이 우리의 인지 경험을 형성한다는 것을 뜻한다. 즉, 인지가 몸에 의존하면서도 몸이 인지를 구성한다는 의미이다[5].

Extended Cognition은 확장 인지, 확장된 인지라고 해석되며 인지는 뇌의 경계를 넘어 몸과 세계로 확장될 수 있음을 의미한다. Embedded Cognition은 내장 인지, 내재된 인지라고 해석되며 인지의 환경 의존성을 강조한다. Enactive Cognition은 행화 인지, 행화적 인지, 행화주의라고 해석되며 인지는 본래 구성되어 있는 것이 아니고 행위 그 자체라고 보는 관점이다[2].

3. Related Works

체화인지를 교육적으로 접근한 체화 학습(Embodied Learning)에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다. Sheila L. Macrine 외는 읽기, 수학, 과학 등 여러 학습 분야에서 Embodied Cognition 및 Embodied Learning 관련 연구를 분석하여 일반화되고 실용적인 체화인지의 학습 원리를 추출하였다[8].

Table 1. Embodied Cognition Principles

EC Principle	Explanation
The use of body-based learning (i.e., sensorimotor learning, including using whole-body and fingers, and gesturing).	Teachers should promote body based learning, including self generated actions involving touch, sight, drawing, and writing.
Imitative body-based learning from others, including attention to other's body movements	Observational learning is important for acquiring and communicating knowledge. So students should engage in subsequent imitation or emulation to enhance observational learning.
Responsive Teaching	Teachers should support student engagement by monitoring what the individual is doing, encouraging them to come up with their own strategies and reflect.
Use of manipulatives with relevant affordances (including AR/VR but also "simpler" actions)	Teachers should root themselves in practices that exemplify interaction that supports conceptual modeling, including digital simulations as well as physical manipulatives, especially for STEM fields.
Bodily-based sensory awareness of internal states	Teachers should encourage students to express pride, enjoyment, and hopes about their learning, and engage in positive attitudes about the efficacy of body-based learning.

Embodied Cognition의 학습 원리 중 하나인 신체 기반 학습을 컴퓨터 교육에 접목시킨 선행 연구 결과[9] 연구 대상자들의 컴퓨팅 사고력이 향상된 것을 알 수 있었으며 Tommy Sharkey 외는 컴퓨터 프로그래밍을 배울 때 흔히 겪는 행동적, 정서적 문제를 지원하기 위한 방법으로 AR/VR 기술을 활용한 코딩 플랫폼을 제안하기도 하였다 [10]. 이를 종합하여 볼 때 학생들의 인지 부하를 줄이고 흥미를 강화할 수 있는 EPL을 이용한 프로그래밍 교육을 위해 새로운 기술을 적극적으로 통합할 필요가 있다.

III. Research Methods and Contents

1. Research Overview

전문가들의 휴리스틱 평가를 위해 SW와 AI 교육에 대한 경험이 있고 창의적인 개선 방향을 제시할 수 있는 다양한 경력 수준을 가진 전문가 5인으로 구성하였다. 또한 개선된 플랫폼을 사용하는 학생들을 대상으로 사용자 평

가를 진행하였는데 코딩 경험이 적은 초등학교 4학년 학생 10명을 선정하였다.

프로토타입으로 개발된 리워드(rewond.com) 플랫폼을 연구 대상으로 하였다. 개발된 플랫폼은 신체 인식 기술을 활용하여 몸동작으로 코딩을 하는 모션코딩, 손동작으로 코딩을 하는 핸드코딩, 얼굴을 인식하여 코딩할 수 있는 페이스코딩의 기능을 갖추고 있다. 이른바 행동형 코딩 교육 서비스를 지향하는 플랫폼으로 현재 개발된 프로토타입을 EC 학습 원리를 포함한 체화학습 기반 EPL 교육 플랫폼으로 개선하고자 한다. 또한 여러 가지 메뉴 중 코딩과 관련한 '픽셀코딩' 메뉴와 '코딩' 메뉴에 포함된 '몸 미로', '손 미로', '얼굴 미로' 부분만 개선하고자 한다.

개발된 프로토타입은 구축 단계(rewond.com)이므로 웹사이트 개발 주기별 사용성 평가 단계에 따라 연구 절차를 진행하였다[16].

Table 2. Research process

Process	Content
Heuristics Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> · Evaluation planning · Evaluation execution · Result analysis
Beta Version	<ul style="list-style-type: none"> · Build a beta version through consultation with co-researchers
Usability Test	<ul style="list-style-type: none"> · Test planning · Test execution · Test result analysis · Satisfacion & Difficulty survey

2. Evaluation Tools

2.1 Heuristics Evaluation

휴리스틱 평가는 소수의 전문가가 휴리스틱 항목의 준수사항을 점검하는 방식이다[12]. Nielsen의 휴리스틱은 소프트웨어 사용자 인터페이스 평가 목적으로 개념화시킨 방법으로 인터페이스 사용성, 효율성, 효과성을 측정할 수 있는 휴리스틱 기본 원칙을 제시하였다[13]. 본 연구에서는 교수-학습과 관련된 모션코딩 도구의 휴리스틱 평가를 찾기 위해 선행 연구[14]를 분석하여 평가 영역 대신 체화학습의 원리를 추가하여 Table 3과 같이 총 8개 영역의 17개 항목으로 휴리스틱 평가 항목을 구성하였다.

Table 3. Heuristics for EPL Based on Embodied Cognition

Area	Discription(Heuristics)
Learnability	1. UI features and components are consistent?(Consistency)
	2. The menus and functions are corresponding to user's expectation even if the user is novice?(Corresponding to users)
Efficiency	3. It is easy, correct, efficient to find the feature and functions?(User operation)
	4. The contents, menus and texts can be intuitively recognized?(Intuitive process)
	5. Users can do what they intend according to user's preference and usage patterns?(User autonomy)
Effectiveness	6. Materials, tools, and functions are helpful and effective in doing teaching or learning activities appropriate to this system?(Teaching materials and tools)
	7. The system is stable at the environments where user are utilizing the systems?(usage Environments)
Stability & Accessibility	8. Diverse students are considered in accessibility design on the system?(Accessibility)
	9. Menus and buttons do not cause errors?(Error prevention)
Help	10. The manuals provided explain clear methods and process of how to use the system?(User Manuals and documentation)
Satisfaction	11. Basic UI(font, color, layout etc.) is easy to use?(Aesthetic design)
	12. It is easy to proceed, use, exit the contents and materials except for the middle of testing?(User control)
EC Principles	13. The use of body-based learning (i.e., sensorimotor learning, including using whole-body and fingers, and gesturing) is implemented?
	14. Students can imitate body-based learning from others, including attention to other's body movements?
	15. Teachers can support student engagement by monitoring what the individual is doing, encouraging them to come up with their own strategies and reflect?
	16. Affordances related to bodily movements are provided?
	17. Students are expected to have a positive attitude during the learning process?

휴리스틱 평가 문항은 5점 척도로 구성하였으며 평가자들이 문제점뿐만 아니라 해결책도 함께 제시할 수 있도록 개방형 의견 문항도 추가하였다. 결과 분석 단계에서 휴리스틱 평가 결과의 평균점을 내고 평가자들과 디브리핑 세션을 진행하였다. 디브리핑 세션에서는 평가자들이 논의를 통해 사용성 개선의 우선 순위와 해결책을 제안하였다. 이후 공동 연구자와의 협의를 통해 수정 난이도를

부여하여 개선 방향을 설정하였다. 디브리핑 세션은 녹음한 뒤 스크립트화하여 분석하였다.

2.2 Usability Test

실제 사용자들의 사용성을 평가하기 위해 본 연구에서는 수행 매트릭스를 활용하여 사용성 테스트를 진행하였다. 수행 매트릭스는 사용자는 소프트웨어와 항상 상호작용하며 이 상호작용의 모든 행위/행동들이 관찰 및 측정의 대상이 된다고 보고 시나리오 및 과업을 기반으로 과업 성공, 과업 시간, 에러, 효율성, 학습 용이성의 속성으로 사용성을 테스트하는 방법이다[11].

첫째, 과업 성공은 가장 보편적인 측정 방법으로 과업 성공 기준을 정의하여 사용자가 과업을 완료했는지 확인한다. 이진 성공(Binary success)은 성공하면 1, 실패하면 0으로 가장 간단한 방법이다.

둘째, 과업 시간 측정은 과업 시작과 완료 과정의 전 시간을 측정하는 방법이다. 이때 성공한 과업만 측정할 수도 있고, 모든 과업 시간을 측정할 수도 있다.

셋째, 에러는 문제로 인한 잘못된 결과를 의미하고 에러 측정을 통해 과업 실패를 일으키는 특정 행동 이해에 도움을 받을 수 있다.

넷째, 효율성은 과업 완료를 위한 노력의 양(인지적 노력, 물리적 노력)을 과업 시간으로 나누어 측정할 수 있다.

다섯째, 학습용이성은 무엇인가에 익숙해지는데 필요한 시간과 노력의 정도를 의미한다. 특정 매트릭스를 조사하고 학습 곡선을 그려 시간이 갈수록 학습하는데 걸리는 시간을 분석할 수 있다[15].

IV. Research Result

1. Results of Heuristics Evaluation

휴리스틱 평가 결과 도움말 제공, 교사의 학습 모니터링 기회 제공, 사용자의 자율성의 순서대로 평균값이 낮고 표준편차가 낮음을 알 수 있다.

디브리핑 세션에서 평가자들의 의견을 스크립트화하였고, 평가자들의 의견을 주제별로 나누어 총 24개의 의견을 도출하였다. 그리고 각 의견의 키워드를 뽑아낸 결과 12개의 키워드로 정리하였으며 키워드별 빈도수를 분석한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Result of the Debriefing session result

Keyword	frequency
1. Need to increase the amount of coding content	6(24%)
2. Need guidance for learning	4(16%)
3. Importance of Embodied learning	3(12%)
4. Adding cognitive models or other content	3(12%)
5. Adding function to proceed to the next learning step after completing the previous one	2(8%)
6. No user autonomy	1(4%)
7. Adding cognitive methods	1(4%)
8. Concerns about learning design	1(4%)
9. Need for game elements	1(4%)
10. Need for sound effects	1(4%)
11. Adding collaborative learning	1(4%)
12. Need for content consistency	1(4%)
Sum	25(100%)

전문가들의 의견을 종합하여 개선이 필요한 부분을 세 가지로 정리하였다. 첫째, 코딩 콘텐츠의 양 증가, 둘째, 도움말(학습 안내) 필요, 셋째, 이전 학습 완료 후 다음 단계의 학습이 가능한 기능을 추가하여 교사의 학습 모니터링 기회 제공이다.

다음으로 공동 연구자와의 협의를 통해 위의 세 가지 개선 사항에 대한 수정 난이도를 부여하고 구체적인 수정 방안을 Table 5와 같이 도출하였다.

Table 5. Results of the first validity test

Area	Heuristics Number	avr	std-d
Learnability	1	4.2	1.30
	2	4.2	0.45
Efficiency	3	4	0.71
	4	3.6	0.89
Effectiveness	5	2.8	1.30
	6	4.2	1.10
Stability & Accessibility	7	4.2	0.45
	8	3	0.00
Help	9	4	0.71
	10	2.6	0.89
Satisfaction	11	4.4	0.55
	12	3.8	0.84
EC Principles	13	4.8	0.45
	14	4	0.71
	15	2.8	0.84
	16	4.4	0.55
	17	4.8	0.45

첫째, 코딩 콘텐츠의 양을 기존 24단계에서 36단계로 증가하기로 하였다. 둘째, 튜토리얼을 개별 콘텐츠로 제공하는 것은 수정 난이도가 높아 각 콘텐츠별로 도움말을 제공하기로 하였다. 셋째, 이전 학습 완료 후 다음 단계의 학습이 가능하도록 기능을 추가하기로 하였다.

2. Beta Version

체화인지기반 코딩 플랫폼의 베타버전은 다음 Fig 1과 같으며 주요 수정 내용은 다음과 같다.



Fig. 1. Guidance for "Body Maze" of "Coding"

첫째, 코딩 콘텐츠의 양을 기존 24단계에서 36단계로 증가시켰으며 수정 전에는 도움말 기능이 아예 없었으나 수정 후 상단 메뉴에 '도움말' 메뉴가 생성되었고, 각 콘텐츠 화면에서 '도움말'을 클릭하면 콘텐츠별 게임 방법과 블록 만드는 법을 제공하였다.



Fig. 2. Message after mission completion

둘째, 수정 전에는 화살표를 누르면 이전 단계 학습을 완료하지 않아도 다음 단계 학습으로 넘어갈 수 있었으나 수정 후에는 학습을 완료하여 '성공!!'이라는 메시지를 클릭해야 다음 단계의 학습으로 넘어갈 수 있도록 하였다.

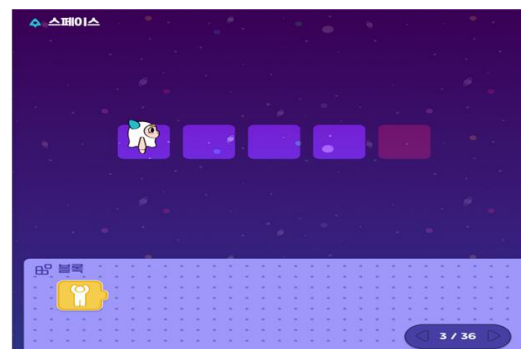


Fig. 3. Next step after clicking "Success!!"

3. Usability Test

베타버전 수정 후 사용성 테스트를 하기에 앞서 학생들은 ‘픽셀 아트’ 메뉴와 ‘코딩’ 메뉴의 ‘몸 미로’ 미션 수행하기를 학습하였다. 학습자들은 이를 통해 모션 코딩의 기본 방법/동작을 보여 인식되는 블록을 클릭하여 입력을 이해하였다.

다음으로 학생들에게 크게 두 가지 과업을 제시하였고 세부적인 단계를 설명하였다. 과업은 다음 Table 6과 같으며 학생들이 플랫폼에서 스스로 할 수 있는 학습과 관련한 것으로 선정하였다.

Table 6. Task for Students

Task Step	Explanation of Task
1	1-1 Find and enter the menu to Face maze
	1-2 Find the method for the face maze game
	1-3 Complete up to the third stage of the maze
2	2-1 Find and enter the menu to Hand maze
	2-2 Find the method for the hand maze game
	2-3 Complete one maze

먼저 과업 성공 여부를 과업 세부 단계별로 이진 성공 방법(성공=1, 실패=0)으로 분석하였고 그 결과 모두 성공한 것을 알 수 있었다. 다만 2-3단계는 80%의 학생만 성공하였는데, 성공하지 못한 학생의 녹화된 화면을 분석한 결과 여러 번 시도했으나 실패한 것을 볼 수 있었고, 문제의 난이도가 학생에게 높음을 알 수 있었다.

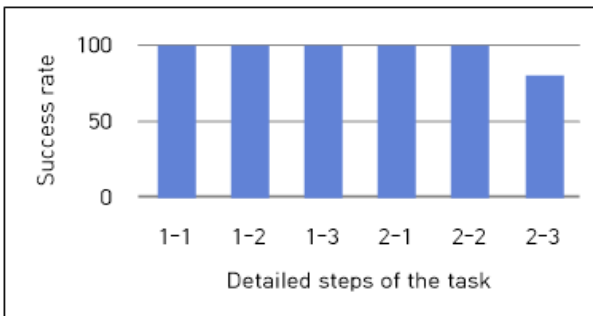


Fig. 4. Success Rate of Detailed steps of the task

두 번째로 에러를 측정하였고 에러는 먼저 올바른 행동과 잘못된 행동에 대한 정의가 필요하였다. 과업을 수행하기 위해 잘못된 링크를 찾거나 버튼을 누르는 것을 에러로 보았다. 이에 관련된 과업은 1-1, 1-2, 2-1, 2-2로 보고 각 과업에 대한 단일 에러를 분석하였다. 분석 결과 모든 학생이 에러를 범하지 않고 원하는 페이지나 정보를 잘 찾았음을 알 수 있었다.

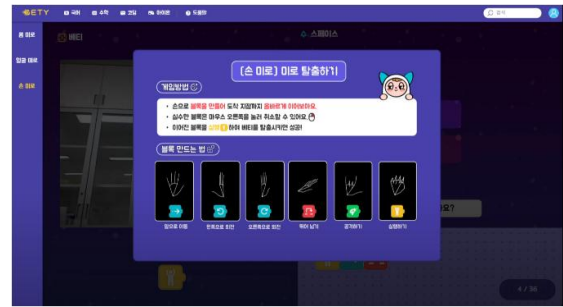


Fig. 5. Students' screen about seeing Guidance

세 번째로 효율성을 측정하였다. 성공적으로 완료한 과업의 소요 시간만을 계산하여 성공한 과업 개수로 나누어 효율성을 Fig. 6과 같이 분석하였다.

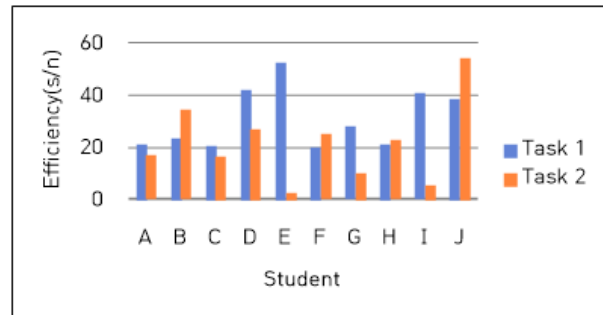


Fig. 6. Efficiency as Combination of Task Success&Time

녹화된 학습 화면을 살펴보면서 학생별 측정 결과를 분석한 결과 Table 7과 같이 학생들의 1-1, 1-2, 2-1, 2-2단계 수행을 매우 빠른 시간 안에 성공한 점, 2단계 과업에서 성공한 미로 단계가 모두 상이한 점을 보아 학생 개인의 코딩 실력에 따라 소요 시간이 다를 수 있음을 알 수 있다.

Table 7. Result of Num. of Task Success&Task Time

Stu.	Task Step 1		Task Step 2		Stage
	Task Time(s)	Num. of Task success	Task Time(s)	Num. of Task success	
A	63	3	50	3	29
B	70	3	103	3	24
C	62	3	33	2	10
D	84	2	54	2	20
E	105	2	5	2	11(X)
F	60	3	75	3	17
G	83	3	20	2	4(X)
H	63	3	45	2	21
I	122	3	16	3	26
J	116	3	163	3	10

사용성 테스트 종료 후 학생들을 대상으로 만족도는 평균 4.2로 높은 점수를 얻었으며 난이도는 2.3으로 낮은 점수를 얻었으며 개방형 의견에서도 “재미있었지만 어려웠다”, “몸 미로와 손 미로에서 각각 인식이 잘 안되어서 어려웠다”는 의견을 통해 난이도를 조정할 필요가 있음을 알 수 있었다.

이상의 연구 결과를 종합하여 최종 사용성 개선점에 대해 초급, 중급, 상급 등 난이도를 설정하여 학생들이 자신의 수준에 맞는 학습을 하도록 하였고 흥미를 잃는 학생들을 위해 모션 인식 모델에 대한 알고리즘 개선을 통해 모션코딩 플랫폼을 완성하였다.

V. Conclusion

본 연구는 프로토타입으로 구축된 EPL 교육 플랫폼을 체화인지 기반으로 한 EPL 교육 도구로 개선하기 위한 연구를 진행하였다.

전문가 5인이 참여한 휴리스틱 평가 문항에서 평가 결과와 디브리핑 세션 분석, 공동 연구자와의 협의를 통해 세 가지 개선 사항을 도출하였고 구체적인 수정 방안도 함께 제시하였다.

베타버전 구축 단계에서 공동 연구자는 코딩 콘텐츠의 양 증가, 콘텐츠별 도움말 제공, 이전 단계 학습 완료 후 다음 단계 학습으로 넘어갈 수 있는 기능 추가를 구현하였다.

초등학생을 대상으로 하는 사용성 테스트 단계에서는 베타버전에 대한 과업 성공 여부, 에러, 효율성을 측정 및 분석하고 만족도와 난이도에 대해 결과를 분석하여 최종 사용성 개선점을 도출하였다.

본 연구에 대한 결론은 다음과 같다.

첫째, 체화인지의 학습 원리를 도출하여 연구 대상인 리워드 플랫폼이 체화인지 기반 학습 원리를 담고 있는 도구가 되도록 개선하였으므로 유일한 체화인지 기반 EPL 교육 플랫폼으로 개선되었다고 볼 수 있다.

둘째, 초등학교 학생을 대상으로 한 사용자 테스트에서 높은 만족도 점수를 얻어 학생들이 EC 기반 프로그래밍 학습에 대해 긍정적인 사용자 경험을 획득하였음을 알 수 있다. 또한 ‘도움말 제공’을 통해 학생들이 가정에서도 스스로 학습을 할 수 있게 되었다.

REFERENCES

- [1] B. T. Zhang. Human Intelligence and Machine Intelligence - Cognitive Artificial Intelligence. Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineer, Vol.36, No.1, pp.17-26, 2018.
- [2] R. Y. E. “The Philosophy of Neuroscience. - From Brain-centrism to Embodimentism,” Acanet, pp.98-102, 2021.
- [3] Sheila L. Macrine, Jennifer M.B. Fugate. Embodied Cognition and Its Educational Significance. Movement Matters: How embodied Cognition Informs Teaching and Learning. 2022. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/13593.003.0006>
- [4] Lawrence A. Shapiro. “The Mind Incarnate,” MIT Press, 2004.
- [5] Shaun Gallagher. Embodied and Enactive Approaches to Cognition, 2023. DOI: 10.1017/9781009209793
- [6] S. G. Han. Analysis and Solution of Cognitive Problems of Elementary Students with Commands of Educational Programming Language. The Journal of Education, Vol.39, No.2, pp.261-277. 2019. <http://dx.doi.org/10.25020/je.2019.39.2.261>
- [7] E. K. Lee, Y. J. Lee. The Effect of Robot Programming Learning on Problem Solving Ability. The Journal of Korean association of computer education, Vol.10, No.6, pp.19-27, 2007. <http://dx.doi.org/10.32431/kace.2007.10.6.003>
- [8] S. L. Macrine and J. M. B. Fugate, Translating Embodied Cognition for Embodied Learning in the Classroom, Frontiers in Education, Vol. 6. Frontiers Media SA, 2021. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.712626>
- [9] K. B. Kwon, M. J. Jeon, Zhou, Chen, K. J. Kim, Brush, Thomas. Embodied learning for computational thinking in early primary education. Journal of Research on Technology in Education, pp.1-21, 2022. 10.1080/15391523.2022.2158146
- [10] Sharkey, T., Twomey, R., Eguchi, A., Sweet, M., & Wu, Y. Need Finding for an Embodied Coding Platform: Educators' Practices and Perspectives. International Conference on Computer Supported Education. 2022. DOI:10.5220/0011000200003182
- [11] Jennifer Preece, Helen Sharp, Yvonne Rogers. “Interaction Design 4th edition,” Pub HongReung, pp.492-496, 2019.
- [12] D. H. Cho, H. Choi. A Study on Application Usability Evaluation for Smart Toy. Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol.23, No.11, pp.1391-1396, 2019. <http://doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.11.1391>
- [13] Nielsen, J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. Conference Companion on Human Factors in Computing Systems. 1994.
- [14] H. J. Cha, Y. J. Hwang. A study on the development of heuristics for usability improvements on web-based diagnostic assessment management system for primary-middle schoolers, Journal of The

Korean Association of information Education, Vol.21, No.6, pp.675-690, 2017. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2017.21.6.675>

- [15] Tom Tullis, Bill Albert. "Measuring the User Experience (Second Edition)," Morgan Kaufmann, pp. 1-14, 63-97, 2013.
- [16] M. H. Hyun, M. S. Park, T. S. Lee, H. K. Choi. A Step-by-Step Strategy for Improving Website Usability. Korean Institute of Science and Technology Information, KISTI Knowledge Report, Vol. 28. 2011.

Authors



Jihye Kim received the B.S. degree in Education from Jeju National University, Korea, in 2015. She is currently pursuing a M.d. in Artificial Intelligence Convergence Education from GyeongIn National University

of Education, Korea. She is currently a Teacher in Incheon Wanjung Elementary School. She is interested in Artificial Intelligence Education, Computational Thinking, STEAM Education, Convergence Education and Integrated Arts Education.



SeungYeop Han received the B.S. degree in Electric Engineering from Konkuk University, Korea, in 2020. He currently runs a startup company, Rewond..He is developing a motion coding platform that uses students'

movements. His research interests include the development of educational programs that incorporate artificial intelligence along with educational methods that make it easy to learn coding.



SunKwan Han received the Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Inha University, Korea, in 2002 Dr. Han joined the faculty of the Department of Computer Education at GyeongIn National University

of Education, Incheon, Korea, in 2002. He is currently a Professor in the Department of Computer Education, GyeongIn National University of Education. He is interested in Artificial Intelligence Education, STEAM, Computer Education, Software Education and Artificial Intelligence.