RST 기반 융합 교육을 위한 원격 교육 프로그램 개발

김준우*, 임광혁**, 주지영***

요약

일반적으로 융합 교육은 과학, 기술, 공학, 수학 등의 내용을 통합적으로 전달하는 것을 목표로 하고 있으며, 이 중 기술은 여러 분야의 내용들을 통합하는 핵심적 역할을 담당한다. 이러한 맥락에서 실제 첨단 기술의 적용 사례나 제품에 대한 체험이 융합 교육에 있어 필수적임이 지적되고 있다. 성공적인 융합 교육을 위해서는 첨단 기술 체험과 이론 학습 사이에 존재하는 괴리를 극복하는 것이 중요하다. 이를 위하여 융합 교육 프로그램은 기술 체험과 이론 학습 간의 명확한 연결고리를 제공하여야 한다. 본 논문은 이러한 전략에 따라 중고생을 대상으로 하는 인공 지능 분야 학습을 위한 융합 교육 프로그램 개발 사례를 소개한다.

Development of Artificial Intelligence Education Program for Convergence Education based on RST Approach

Jun-Woo Kim*, Kwang-Hyuk Im**, Jee-Young Joo***

ABSTRACT

In general, convergence education programs aim to convey a multidisciplinary topic which embraces subjects such as science, technology, engineering and mathematics, and technology usually acts as an integrator in convergence education programs. In this context, it is pointed out that providing the applications and experiences of advanced technologies is an essential part of the convergence education programs. To achieve the goal of convergence education programs, it is very important to overcome the gap between technology experiences and studying theory, and education programs should provide a clear link from technology experiences to studying theory. On the basis of this strategy, this paper develops an artificial intelligence education program targeted at the middle and high school students.

Key Words : Convergence Education, Reverse Science from Technology(RST), Artificial Intelligence, Artificial Neural Network, Pattern Recognition

* 동아대학교 산업경영공학과 (✉kjunwoo@dau.ac.kr)
** 배재대학교 전자상거래학과
*** KAIST 과학영재교육원
· 제1저자(First Author) : 김준우 · 교신저자(Correspondent Author) : 주지영
· 접수일(2011년 10월 31일), 수정일(1차 : 2011년 11월 30일), 게재확정일(2011년 12월 2일)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

미래의 첨단 산업을 이끌어나갈 창의적인 융합 인재 양성이 중요해지면서 이를 위한 교육 방법이나 교육 콘텐츠에 대한 논의가 활발하며, 이러한 융합 교육은 대학 교육 뿐 아니라 초중고 교육 과정에서도 강조되고 있다[1][2].

이에 따라 종래 과학(science), 기술(technology), 공학(engineering), 수학(mathematics) 교과를 통합 대상으로 하는 STEM 교육이 있었다면[3], 최근 들어서는 여기에 예술(art)적인 요소까지 결합된 STEAM 교육까지 등장하였다[4].

이러한 융합 교육의 통합 대상 중, 기술은 나머지 교과들을 연결시키는 가장 핵심적인 역할을 하며, 융합 교육 프로그램에서는 이러한 실제 기술들에 대한 여러 가지 체험을 통해 학습자들의 흥미와 창의성을 제고시키는 것이 중요하다[5]. 이러한 맥락에서 KAIST 과학영재교육원[6]에서는 '거꾸로 배우는 과학(Reverse Science from Technology, RST)이라는 융합 교육 전략을 제안하였다. 이는 실제 첨단 기술들의 체험을 통해 충분한 흥미와 학습동기를 유발시킨 후, 기술의 구현에 필요한 세부적인 교과 내용을 학습해나가는 것을 의미한다.

물론 이렇게 첨단 기술에 대한 체험을 통해 학습 의욕을 높이고 관련 이론의 습득을 유도하는 개념은 과거에도 존재해왔고, 많은 견학 또는 체험형 프로그램에서 이러한 점이 나타난다. 하지만 이러한 과거 교육 프로그램들에서는 종종 기술 체험과 이론 학습이 밀접하게 연결되지 못하고 서로 괴리되어 단지 학습자들에게 재미있고 신기한 경험을 제공하는데 그치게 되는 경우가 많다. 따라서, RST전략을 통한 융합 교육을 실현하기 위해서는 기술 체험과 이론 학습의 연관성을 보다 강화하는 것이 필요하다.

본 논문은 융합 교육 프로그램의 개발 전략에 대해 논의한 후, 중고등 학생들을 대상으로 인공 지능 분야 지식을 원격 화상 강의를 통해 전달하기 위하여 설계한 교육 프로그램 개발 사례를 소개한다. 인공 지능 기술은 소설이나 영화 속에서 자주 등장하는 예술적 측면, 여러 지능형 시스템을 구현할 수 있다는 기술 및 공학적 측면, 인간의 두뇌 작용과 관련하여 과학적 측면, 그리고 실제 계산을 통해 지능을 구현하는 수학적 측면을 다양하게 다룰 수 있는 융합적 주제로 손색이 없다.

반면, 중고등 학생들에게는 교과 과정에서 다루어지지 않는 생소한 주제이기도 하다. 더구나 정보통신 기술을 이용하여 시간적, 공간적 제약없이 교수자와 학습자가 상호작용하는 원격교육 환경에서는 학습자에게 물리적인 기술 체험을 제공하는 데에도 한계가 존재한다. 따라서, 이러한 환경에서의 융합 교육 프로그램 개발 사례는 앞으로 다른 여러 교육 프로그램 개발에도 많은 참고가 될 것으로 기대된다.

Ⅱ. 관련 연구

인공지능은 인간의 지능이 필요한 특정 작업을 기계도 할 수 있게 만드는 것을 목표로 하는 기술로 정의할 수 있다[7]. 일반적으로 초중고 학생들의 경우, 인공지능이라는 단어를 접했을 때 SF영화와 같은 사이보그를 연상하기 쉬우나, 현실적으로 인공지능은 보통의 사람이 할 수 있는 지적 활동을 컴퓨터나 기계도 수행할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다.

인공 신경망(Artificial neural network)은 인간의 두뇌 속 신경세포들의 구조와 활동을 모방하여 인공지능을 구현하는 방법으로, 두뇌와 같이 지식의 분산 표현 및 추론의 병렬 처리와 같은 특성을 가지며, 다양한 분야에 성공적으로 활용되고 있으며[8], 특히 영상 인식 분야에서도 활발히 사용되고 있다[9][10].

www.kci.go.kr

인공 신경망은 그 구조나 학습 방식에 따라 단층 퍼셉트론과 다층 퍼셉트론, 자기조직화 신경회로망, 홉필드 신경회로망 등으로 구분된다[7]. 본 논문에서는 이 중 비교적 그 구조와 개념이 간단한 단층 퍼셉트론[11]을 학습 주제로 선택하였다.

단층 퍼셉트론은 그림 1과 같이 입력층과 출력층의 노드로 구성되며, 입력층에서 출력층으로만 신호 전달이 가능한 전진형(feed-forward)인 동시에 각 입력 노드에서 모든 출력 노드로 신호를 전달하는 완전 연결(full-connected) 구조를 갖는다.

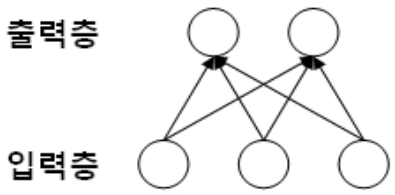


그림 1. 단층 퍼셉트론의 구조
Fig. 1. The Structure of Single Layer Perceptron

입력 노드 i의 활성값 out_i가 주어졌을 때, 여기에 연결 가중치 w_{ij}가 곱해져 출력 노드 j에 전달되며, 한 개의 출력 노드 j가 전달받는 입력 신호 inp_j는 (1)과 같이 입력 노드 활성값과 연결 가중치의 선형 조합이 된다.

$$inp_j = \sum_i out_i \times w_{ij} \tag{1}$$

입력 신호를 전달받은 출력 노드는 적절한 활성함수를 이용하여 자신의 활성값을 결정하게 된다. 일반적으로 사용되는 활성화함수로는 (2)와 같은 역치 함수, (3)과 같은 시그모이드 함수 등이 있다. 단, (2)의 t는 역치 함수의 역치(threshold)이다.

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \geq t \\ 0, & otherwise \end{cases} \tag{2}$$

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \tag{3}$$

신경망은 입력 노드들의 활성값이 주어졌을 때, 출력 노드들이 적절한 활성값을 추론해 내는 것을 목표로 하며, 입력에 대한 적절한 출력이 알려져 있는 과거 사례들을 학습하면서 이러한 능력을 갖게 된다. 하나의 과거 사례의 입력을 신경망에 제시했을 때 입력 노드 i와 출력 노드 j의 연결 가중치 w_{ij}는 (4)와 같이 수정되며, 이것은 단층 퍼셉트론의 대표적인 학습 규칙인 델타 규칙에 해당한다[10].

$$w_{ij} = w_{ij} + \alpha e_j out_i \tag{4}$$

단, α는 신경망의 학습 속도를 조절하는 인자인 학습률, e_j(=$t_j - out_j$)는 출력 노드 j의 활성값 out_j가 적절한 활성값 t_j와 얼마나 차이나는지를 의미하는 오차이고, out_i는 입력 노드 i의 활성값이다.

출력 노드의 활성화 함수가 역치 함수일 경우, 델타 규칙은 활성화되어야 하는데 활성화되지 않은 출력 노드에 좀 더 강한 신호를 전달하고, 활성화되지 말아야 하는데 활성화된 출력 노드에는 좀 더 약한 신호가 전달되도록 연결 가중치를 학습률에 비례하여 수정하되, 활성화된 입력 노드로부터의 연결만 수정한다는 의미를 갖는다.

델타 규칙의 의미는 다층 퍼셉트론의 학습 규칙인 역전파 알고리즘 등에 비해 오차를 계산하는 방법 등이 비교적 평이하며, 사칙연산 정도만 이용된다는 장점이 있어, 중고등학생 대상으로도 교육이 가능할 것으로 생각된다.

www.kci.go.kr

III. 융합 교육 프로그램 개발 방향

그림 2는 본 논문에서는 제안하는 융합 교육 프로그램 개발 전략을 나타낸다. 여러 분야의 지식이 망라된다는 점에서 첨단 기술은 융합 교육의 중요 요소이다. 또한, 단순 체험에 그치지 않도록 이론 학습 역시 융합 교육을 구성하는 또 하나의 요소이다. 하지만 학습자 수준에 맞는 교과 이론과 첨단 기술 자체 사이에는 일정 부분 괴리가 있을 수 있고, 융합 교육 프로그램 개발 시, 이 두 요소 간의 확실한 연결 고리를 제공하는 것이 필요하다.

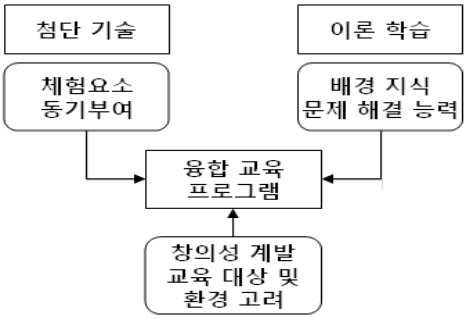


그림 2. 융합 교육 프로그램 개발 전략
Fig. 2. Convergence Education Program Development Strategy

이를 위하여 첨단 기술 체험은 이론 전개에 용이한 형태로 설계 및 제시되고, 이론은 제시된 체험 요소에 맞추어 전개되는 것이 필요하다. 또한, 기술 체험은 단순히 제품이나 기능을 사용해보는 것을 넘어 학습자의 창의성을 발휘할 수 있는 활동이 포함되는 것이 바람직하다.

IV. 첨단 기술 체험 요소

본 논문에서는 인공 지능 학습에 대한 기술 체험 요로 최근 여러 가지 분야에서 활용도가 높은 문자 인식 기술을 인공 지능의 적용 사례로 선정하였다. 하지만 원격 교육 환경이라는 특성 상, 학습자들에게 문자 인식 기술이 적용된 기기를 실제로 만져보며 체험해보게 하는 것이 어렵다. 따라서 여러 가지 멀티미디어 및 디지털 콘텐츠를 이용한 체험을 제공하기로 하였다.

이를 위하여 문자 인식 기술이 적용된 스마트폰의 사례를 동영상으로 제공하고, 마우스로 필기한 글자가 무슨 한자인지를 알려주는 네이버 한자사전[13]을 통해 여러 가지 한자를 웹상에서 찾아보는 활동을 처음에 제시하며 학습자들의 흥미를 유발하도록 한다. 나아가, 앞에서 제안한 융합 교육 프로그램 개발 전략에 부합하는 체험 요소로 간단한 문자인식 프로그램을 개발하여 학습자들에게 제공한다.

이 문자인식 프로그램은 5×5격자 모양에 표현된 문자를 학습하고 식별하는 기능을 갖는다. 이러한 격자에 문자를 표현한 예는 그림 3에서 볼 수 있다.

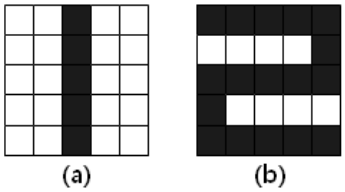


그림 3. 격자로 표현한 숫자
Fig. 3. Numbers Expressed by Lattice

이렇게 격자를 이용하여 문자를 표현하고 이들을 학습시켜 컴퓨터가 문자를 인식하도록 하는 것은 인공 신경망과 관련된 여러 가지 문헌에서 일반적으로 소개되고 있다[8][14][15].

하지만 문헌들에서는 일반적으로 인공 신경망의 이론부터 소개한 후, 위와 같은 예제를 텍스트로 제공하거나, 직접 프로그래밍 또는 매트랩 등을 이용하여 실습해보도록 하고 있어, 이 분야 사전 지식이 없는 중고등학생들이 체험하기에는 무리가 있다. 따라서, 본 논

www.kci.go.kr

문에서는 그림 4와 같은 모습의 간단한 문자인식기를 비주얼베이직6.0을 이용하여 개발, 학습자들이 스스로 문자인식을 체험할 수 있도록 구성하였다.

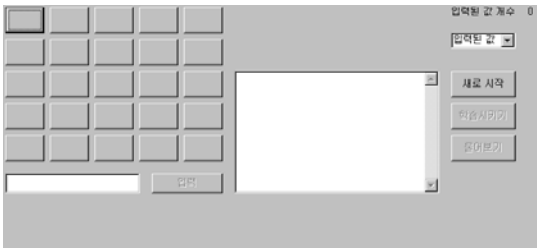


그림 4. 문자인식기
Fig. 4. Character Recognizer

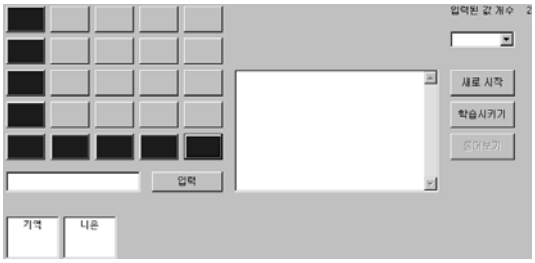


그림 5. 문자 등록
Fig. 5. Character Registration

이 문자인식기의 좌측 상단 버튼들을 한 번 클릭할 때마다 그 버튼의 색깔이 회색, 파란색으로 바뀌어 이를 통해 원하는 문자의 모습을 표현할 수 있으며, 표현한 문자가 무엇에 해당하는지는 좌측 하단 텍스트 상자에 타이핑한다. 그 후, 입력 버튼을 클릭하면 표현된 모습이 해당된 라벨에 대응됨이 등록되고, 등록된 라벨들은 모두 아래쪽에 표현된다. 그림 5는 문자인식기에 '기역'과 '니은'의 모습을 각각 표현하여 등록시킨 상태를 나타낸다.

더 등록할 문자가 없는 경우, 우측 '학습시키기' 버튼을 클릭하여 문자인식기가 입력받은 문자들을 학습하도록 하며, 학습에는 델타 규칙을 사용하였다. 학습 이후에는 문자인식기 우측 하단의 '물어보기' 버튼이 활성화되어, 좌측 상단에 자유롭게 문자를 표현한 후 문자인식기가 어떤 판단을 내리는지 관찰할 수 있다.

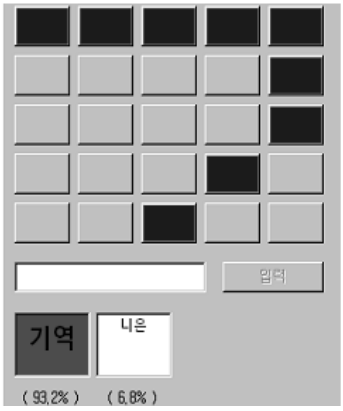


그림 6. 문자인식기의 판단
Fig. 6. Decision phase of Character Recognizer

판단을 내릴 때, 문자인식기는 등록된 문자들 중 해당되는 라벨의 색깔을 빨간색으로 표시하며, 각 라벨의 아래쪽에는 해당 라벨과 현재 표현한 모습과의 연관성이 표현된다. 이 연관성은 인공 신경망에서 각 라벨에 해당하는 출력 인공 신경세포의 활성값에 100을 곱한 값을 의미하며, 본 논문에서 사용한 활성함수는 시그모이드 함수이다.

이러한 문자인식기는 첫째, 직관적인 사용과 이해가 가능하여 중고등학생 학습자들의 체험이 용이하며, 둘째, 여러 가지 문자나 문양을 등록하여 문자인식기에게 학습시켜볼 수 있다는 장점이 있다. 예를 들어 그림 3과 같은 아라비아 숫자를 비롯하여 그림 5~6과 같은 한글 자음, 나아가 영문 알파벳 등 여러 가지를 표현하여 등록할 수 있다. 이와 동시에, 학습자들은 특정 문자들을 격자 대형의 버튼을 이용하여 어떻게 표현할 수 있을지를 생각하면서 각자의 창의성을 자극하는 효과도 있다. 셋째로는 사용자가 입력하는 문자의 표현과 사용자가 등록한 문자의 종류가 모두 폼 위의 컨트롤로 시각적으로 표현되기 때문에 이후 인공 신

www.kci.go.kr

경망의 이론을 설명하기 용이한 수단을 제공한다는 장점이 있다.

Ⅴ. 인공 신경망 이론 설명

본 논문의 융합 교육 프로그램 개발 전략은 초기에 제시한 체험 요소와 관련된 이론적인 내용들을 이후 체계적으로 제시할 것을 강조한다. 이 과정에서 중요한 점들로는 첫째, 학습자들의 지식 수준이 충분히 고려되어 지나친 비약이 없어야 하며, 둘째, 가급적이면 초기에 제시한 체험 요소와 관련있는 콘텐츠를 제공하여 교육 프로그램 진행의 연속성을 확보해야 한다는 점을 들 수 있다.

먼저, 앞에서 학습자들은 문자인식기가 입력한 모습과 똑같지는 않더라도 어느 정도 비슷한 모양이 입력되면 그 문자가 무엇인지를 잘 판단하는 지능을 가지고 있다는 것을 체험하였다. 이 과정에서 좌측 상단의 25개 버튼 각각이 어떤 영향을 아래쪽의 라벨들에 미쳤을 것이다. 이러한 관계는 그림 7과 같이 문자인식기에서 시각적으로 관찰하고 체험했던 요소들간의 네트워크로 표현할 수 있다.

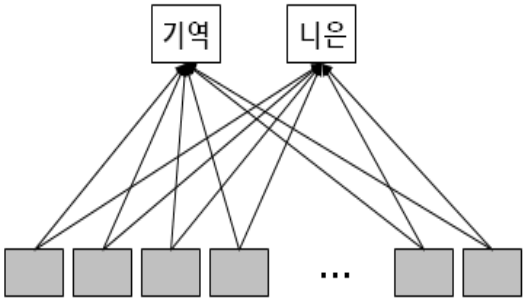


그림 7. 문자인식기 구성 요소 네트워크

Fig. 7. Network of the Elements of Character Recognizer

이 때, 버튼들이 각 라벨에 어떤 영향을 주어야 하는지를 문자인식기가 파악할 수 있게 하는데 적용된 것이 바로 대표적인 인공지능 기술 중의 하나인 인공 신경망인데, 인공 신경망은 우리 두뇌가 학습하고 판단을 내리는 과정을 모방하고 있다.

따라서, 문자인식기의 체험 및 관찰과의 일관성을 유지하면서 두뇌의 신경세포 및 시냅스 등의 소개를 이어갈 수 있다.

학습자들이 그림 7의 구조가 인간의 두뇌와 유사하다는 것을 이해한 다음에는 비로소 2장의 인공 신경망 이론을 수학적으로 제시한다. 이 과정에서 중고등학생 학습자들은 여전히 두뇌의 활동이 생소할 수 있어, 관련 동영상을 비롯, 그림 7, 8과 같은 대화형 프로그램을 개발하여 제공한다.

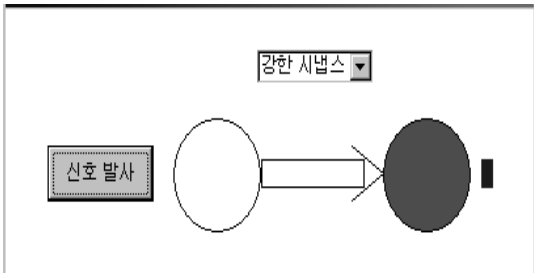


그림 8. 시냅스를 통한 신경세포들간 통신

Fig. 8. Communication between neurons through synapse

그림 8의 프로그램을 통해서는 시냅스로 연결된 신경세포들의 활동을 관찰할 수 있다. 이 프로그램의 가운데 화살표는 시냅스를, 양쪽의 원은 신경세포를 표현하며, 위쪽의 콤보박스를 이용하여 시냅스 연결강도를 조절할 수 있다. 강한 시냅스를 선택할 경우 아래 시냅스는 굵게 표현되고, 약한 시냅스를 선택할 경우 가늘게 표현된다. 왼쪽 '신호 발사'버튼을 클릭하면 왼쪽 신경세포에서 발사한 신호가 파란색 사각형으로 표현되어 오른쪽으로 이동하는 모습이 보이는데, 이 때 굵은 시냅스인 경우 시냅스를 통과할 때 크기를 유지하고 가는 시냅스일 때는 사각형 크기가 작아진다.

www.kci.go.kr

최종적으로 신호가 오른쪽 신경세포에 도착 시, 큰 사각형이 도착하면 활성화하여 빨간색으로 점멸되면서 자신도 신호를 발사한다.

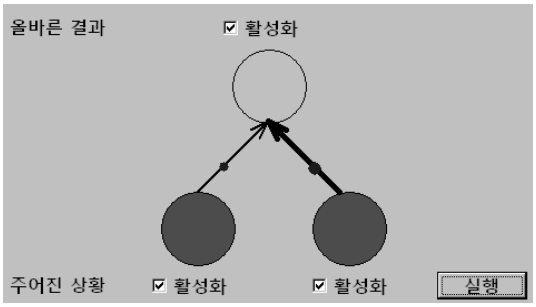


그림 9. 신경망의 학습
Fig. 9. Learning of Neural Network

그림 9의 프로그램은 간단한 구조를 가진 신경망의 학습 과정을 시각적으로 관찰하기 위한 목적으로 개발되었으며, 아래쪽과 위쪽의 체크박스를 이용하여 현재 어떤 입력이 주어지고 어떤 출력이 나와야하는지를 표현할 수 있다. 또한, 화살표로 표현된 시냅스를 클릭할 경우 시냅스의 강도를 강하게 또는 약하게 조절 가능하다.

'실행'버튼을 클릭하면 아래쪽의 입력 신경세포 중 활성화로 지정된 것들이 점멸하면서 신호를 발사하는데 약한 시냅스를 지날 경우 신호를 나타내는 도형의 크기가 작아진다. 결과적으로 강한 신호를 전달받은 경우에만 위쪽의 출력 신경세포가 활성화되며, 지정된 것과 활성화 여부가 다른 경우에는 신호를 발사했던 신경세포에서 출발한 시냅스가 점멸하다가 굵기가 조정되는 모습을 관찰할 수 있다.

VI. 문자인식기 실험 결과

앞에서 소개한 문자인식기는 학습자들이 인공 지능 활용의 공학적인 측면을 체험하고 학습 동기를 유발시키며, 이후 수학적인 인공 지능 구현 방법을 학습하는 연결고리를 제공한다. 나아가 문자의 특징을 다양하게 표현하는 예술적 창의력을 유도하는 효과가 있다. 이러한 측면에서 실질적인 융합 교육에 기여할 것으로 기대된다.

이러한 효과들을 극대화하기 위해서는 학습자들이 다양하게 표현한 문자들을 잘 인식하는 능력이 필요하다. 따라서 다양한 입력에 대한 문자인식기의 판단 능력을 살펴보았다.

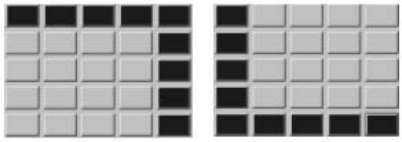


그림 10. 한글 자음 표현
Fig. 10. Expressions of Korean Consonants

그림 10은 한글 자음 중 기역과 니은을 격자 대형 버튼을 이용하여 표현한 예이다. 이들을 등록하고 문자인식기를 학습시킨 후, 그림 11과 같이 조금 다르거나 훼손된 기역의 모습에 대해 물어본 결과, 문자인식기의 판단은 표 1에 요약되어 있다.

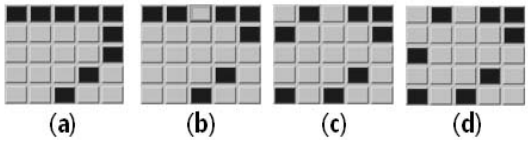


그림 11. 왜곡된 문자
Fig. 11. Distorted Characters

표 1과 같이 어느 정도 왜곡된 문자 입력에도 문자인식기는 입력된 문자를 어느 정도 잘 구분하고 있으며, 다른 한글 자음들을 등록하거나 영어 알파벳, 아라비아 숫자들을 등록하여 테스트했을 때도 양호한 판단 능력을 보여주었다. 이러한 점에서 학습자들의 충

www.kci.go.kr

분한 흥미와 창의성을 자극할 것으로 보이며, 이후 핵심 이론 설명에 대한 방향을 제공한다는 점에서 RST 전략을 실현하는데 충분히 기여할 것으로 판단된다.

표 1. 문자인식기의 출력

Table 1. Outputs of Character Recognizer

입력	기역 연관성	니은 연관성
(a)	93.2%	6.8%
(b)	82.7%	17.3%
(c)	62.7%	37.3%
(d)	62.7%	37.3%

Ⅶ. 결론 및 추후 연구 과제

융합 학문 및 융합 교육 등 다학제간의 교류가 최근 강조되고 있다. 융합으로 인해 효과적인 성과를 거두기 위해서는 단순히 여러 분야의 콘텐츠를 모아놓기만 하기보다 이들을 유기적으로 구성하고 엮어내는 것이 무엇보다 중요하다.

융합 교육에서는 기술이나 제품에서 출발하여 다양한 분야 지식들을 학습하는 것을 강조로 하는 추세이고, RST 전략에서도 이 점을 반영한다. 그러나 체험 요소와 이론 학습이 괴리된 채로는 융합 교육의 목표가 실현되기 어렵다. 따라서 융합 교육 프로그램 설계는 이론 전개에 적합한 체험 요소의 설계와 제시한 체험 요소와 직접 연결되는 이론 제시가 필요하다. 특히 첨단 기술 이해에 필요한 세부적인 교과 지식이 아직 부족한 학습자들의 경우에는 학습 수준을 충분히 고려되어야 할 필요가 있다.

본 논문에서는 중고등학생들에게 생소할 수 있는 주제인 인공 신경망 학습을 위한 융합 교육 프로그램 개발 사례를 소개하였으며, 저자들은 향후에도 다양한 분야, 다양한 환경 하에서의 교육 콘텐츠들을 개발하고, 컴퓨터 프로그램 뿐 아니라 실제 물리적인 체험 요소들을 도입하는 연구들을 수행할 계획이다.

참고문헌

[1] 김정아, 김병수, 이지훤, 김종훈, “융합형 인재 양성을 위한 IT기반 STEAM 교수·학습 방안 연구,” 수산해양교육연구, Vol.23, No.3, pp.445-460, 2011.

[2] Kwon, S., Nam, D., and Lee, T., "The Effects of Convergence Education based STEAM on Elementary School Students' Creative Personality," *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education*, 2011.

[3] Kuenzi, J.J., "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action," Congressional Research Service Report, 2008.

[4] Yakman, G., "ST∑@M Education: an Overview of Creating a Model of Integrative Education," Unpublished manuscript, http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf

[5] 최유현, 김용익, 이명훈, 김인용, 남승권, 임윤진, 강경균, “기술기반 STEM 교육 교재 개발 방안에 대한 연구,” 한국실과교육학회지, Vol.24, No.3, pp.79-97, 2011.

[6] KAIST 과학영재교육원, http://gifted.kaist.ac.kr

[7] 도용태, 김일곤, 김종완, 박창현, “인공지능 개념 및 응용 제3판,” 사이텍미디어, 2009.

[8] 이상원, “학습하는 기계 신경망,” 도서출판 Ohm, 1995.

[9] 이주상, 강성인, 이상배, “인공지능기법을 이용한 동적 이미지 도면 부품정보 인식에 관한 연구,” 한국지능시스템학회 논문지, 제16권, 제4호, pp.449-453, 2006.

[10] 유신, 정병준, 강현철, “하이브리드 통계적 특징 모델과 신경망을 이용한 자동차 번호판 인식,” 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용, 제36권, 제12호, pp.1016-1023, 2009.

[11] Rosenblatt, F., "The Perceptron: a Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain," *Psychological Review*, Vol.65, pp.386-408, 1958.

[12] Rosenblatt, F., "Perceptron Simulation Experiments," *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, Vol.48, pp.301-309, 1960.

www.kci.go.kr

[13] 네이버 한자 사전, http://hanja.naver.com
[14] 박혜수, "성냥값으로 재미있고 쉽게 배우는 인공지능 이야기," 도서출판 이지북, 2003.
[15] 한학용, "패턴인식 개론," 한빛미디어, 2009.

감사의 글

이 논문은 동아대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

저자소개



김준우(Jun-Woo Kim)

2001년 한국과학기술원 산업공학과 졸업(공학사)
2003년 한국과학기술원 산업공학과 졸업(공학석사)
2009년 한국과학기술원 산업 및 시스템공학과 졸업(공학박사)
2009년~2010년 한국기술교육대학교 산업경영학부 대우교수
2011년~현재 동아대학교 산업경영공학과 조교수
※ 관심분야 : 데이터마이닝, 지능형 시스템, 서비스관리, Operations Research, e-러닝, 융합 콘텐츠



임광혁(Kwang-Hyuk Im)

1995년 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학사)
2000년 한국과학기술원 산업공학과 (공학석사)
2006년 한국과학기술원 산업공학과 (공학박사)
2006년~2008년 : 삼성전자 반도체연구소 책임연구원
2008년~현 재 : 배재대학교 전자상거래학과 교수
※ 관심분야: 지식서비스, 경영정보시스템, 데이터마이닝, 전자상거래, 고객관계관리, 공급사슬관리



주지영(Jee-Young Joo)

2001년 충남대학교 물리학과 졸업 (이학사)
2004년 한국교원대학교 대학원 공통과학교육과(교육학석사)
2004년~2010년 : (주)브레인벨리 선임연구원
2010년~현 재 : 한국과학기술원 과학영재교육연구원 연구원
※ 관심분야: 과학영재교육, e-러닝, 과학사

www.kci.go.kr