

적외선 펜을 이용한 재활훈련 기능성 게임 콘텐츠 설계※

옥수열[○], 감달현*,
 동명대학교 게임공학과[○], 동명대학교 대학원 컴퓨터미디어공학*
 sooyol@tu.ac.kr, kamdh00@hotmail.com

Serious Game Design for Rehabilitation Training with Infrared Ray Pen

Soo-Yol Ok[○], Dal-Hyun Kam*
 Dept. of Game Engineering, TongMyong University, Dept. of Computer Media
 Engineering, TongMyong University

요 약

본 논문에서는 일반인이 대상이 아닌 거동이 불편한 재활환자들을 대상으로 적외선 펜을 이용해 운동능력 향상과 흥미 유발이 가능한 기능성 게임 콘텐츠를 제안하였다. 제안한 기능성 게임은 인지재활환자들의 기능 향상에 필요한 요소와 손쉽게 사용할 수 있는 환경을 제공하는 것에 초점을 맞추었으며, 이를 위해 Wiimote와 적외선 펜을 사용하여 새로운 인터페이스를 제작하였으며 SVM 알고리즘을 통해 패턴인식을 처리하도록 하였다. 제안된 기능성 게임은 재활환자 뿐만 아니라 치매예방과 노인들의 건강을 위한 기능성 게임 콘텐츠 개발에도 유익하게 활용될 것으로 예상된다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a serious game which aims to draw the interest of rehabilitants and increase their locomotive ability with an infrared ray(IR) pen interface. The proposed game focuses on providing easy-to-manipulate cognitive rehabilitation environments. In order to achieve the goal, we devised new game interface composed of a Wiimote controller and a IR pen. Moreover, SVM(support vector machine) algorithm was employed for gesture recognition. The proposed game can be successfully utilized not only for rehabilitants but also for aged persons in preventing dementia and promoting their health.

Keyword : Rehabilitation, Serious Game, Infrared Ray Pen, Support Vector Machine, Pattern Recognition.

접수일자 : 2009년 08월 13일

심사완료 : 2009년 10월 16일

※ This research was supported by University-industry joint development projects of small business administration of Korea.

1. 서 론

기능성 게임(Serious game)은 기존의 엔터테인먼트 게임에서 벗어나 게임의 재미요소를 교육, 훈련, 치료, 비즈니스, 군사 훈련 등과 같은 다양한 기능에 접목시켜 그 목적과 효과를 달성하기 위해 선진국을 중심으로 다양한 연구개발이 진행되고 있다[1,2,3,4].



[그림 1] 2008기능성게임 포럼에 출시된 게임들

국내에서도 최근 기능성게임에 대한 관심이 증대되고는 있으나 아직까지는 [그림 1]과 같은 교육용 게임을 중심으로 이루어지고 있는 실정이다.

특히, 지금까지의 게임은 신체적으로 건강한 일반인을 대상으로 하는 것이 대부분이어서 몸이 불편한 노약자나 환자들을 위한 기능성 게임이 거의 없는 실정이다[5].

또한 재활환자나 노약자들은 우선적으로 신체적 장애가 있거나 정신적 장애로 인해 일반인들이 사용하고 있는 기존의 인터페이스로는 활용이 불가능하거나 불편한 점이 많다[6].

문제점을 개선하기 위해서는 공간적, 형태적 제약을 적게 받으면서 복잡한 사전지식이나 사용지침이 없이도 사용가능한 새로운 형태의 인터페이스가 요구되고 있다. 이러한 요구에 대응하고 재활운동 치료의 연구소재로 많이 활용되고 있는 닌텐도사의 Wii게임기 컨트롤러인 Wiimote[7]가 있다.

본 논문에서는 일반인이 아닌 거동이 불편한 재활 환자들 중에서도 인지재활 환자들을 대상으로 적외선 펜과 Wiimote를 이용해 가벼우면서 조작이 쉬운 인터페이스를 개발하고 이를 통해 인지기능과 운동기능 향상에 도움이 되며 흥미 유발이 가능한 기능성 게임 콘텐츠를 제안한다.

제안된 기능성 게임은 재활환자 뿐만 아니라 치매예방과 노인들 그리고 뇌기능의 장애를 가지고 있는 사람들의 건강 회복을 위한 기능성 게임 콘텐츠 개발에도 유익하게 활용될 것으로 예상된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 기능성게임에 대한 관련 연구에 관해서 논하고, 3장에서는 본 논문에서 제안한 인지재활환자를 위한 기능성 게임 콘텐츠 개발 방법에 대하여 설명하고, 4장에서는 개발한 기능성 게임에 대한 실험결과를 통해서 그 가능성을 제시하고자 한다. 마지막으로 결론에서는 본 연구의 타당성과 향후계획을 설명하고자 한다.

2. 재활을 위한 기능성 게임 관련 연구

기능성 게임은 교육용 게임에서 먼저 도입하기 시작하여 1990년대 게임을 다른 목적으로 활용하기 위한 다양한 연구를 토대로 발전되었다.

최근에는 보다 구체적인 목적으로 분화되어 건강을 위한 게임(Game for Health), 사회적 변화를 위한 게임(Game for Change)으로 발전되어 다양한 학술 연구가 활발히 진행되고 있다[8,9].

그 중에서도 최근 급속한 고령화 사회로의 진입으로 의학과 오락을 결합한 “Meditainment” 혹은 재활과 오락을 결합한 “Rehabilitainment”라는 기능성 게임분야가 주목을 받고 있다[10].

장재영[11] 등은 뇌졸중 환자에 대한 재활 의지를 증가시키고, 재활 훈련 효과를 높이기 위해 Reactrix사의 대화형 비디오 디스플레이 시스템과 게임의 재미 요소를 결합한 기능성 게임 디자인 방법을 제시하고 있다.

뇌파와 음악의 상관관계를 이용하여 집중을 요하는 삼육구 게임과 집중력 향상을 도와주는 음악 요법의 접목한 기능성 게임 콘텐츠를 통해 환자의 집중력 향상에 높이고자 하는 연구도 진행되고 있다[12].

최근 기능성 게임 활성화 전략 보고회에서 발표된 장애아동을 위한 수학 능력 향상 기능성 게임 “아이팝매스(ipop math)”는 그동안 장애 학생들을 위해 고안된 교육 콘텐츠들이 인터페이스의 한계로 아동의 흥미를 유발하지 못한 문제를 해결하기 위해 장애유형에 맞는 다양한 인터페이스의 적용으로 주의 집중력, 움직임 증가 등에 긍정적인 효과를 나타내고 있다[13].

또한, Elizabeth Penny는 “Wii Fit”, “Guitar Hero”, “Cooking Mama” 등의 게임을 장애인들도 쉽게 즐길 수 있게 수정하여 재미와 함께 재활 기능도 부가하여 게임을 통해 근육의 지속적으로 훈련하도록 함으로서 근육퇴화를 방지 등의 재활치료에 많은 효과를 얻고 있다[14].

최근 삼성경제연구소에서는 기능성 게임 관련 보고서[15]를 통해 기능성 게임의 효과를 극대화하고 고기능화 되기 위해서는 현실세계의 지식을 게임과 적절히 융합시켜 새로운 재미를 찾아내는 동시에 사용자의 동작이나 의도를 정확하게 파악하기 위한 센서기술이나 햅틱기술과의 융합이 절대적으로 필요하다고 제시하고 있다.

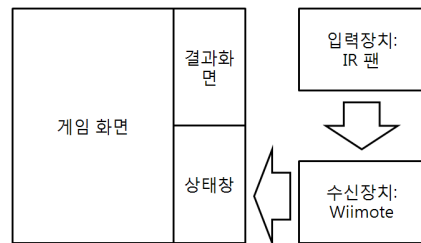
3. 적외선 펜을 이용한 재활 환자용 기능성 게임 콘텐츠 개발

3.1 전체 시스템 구성도

본 연구에서는 인지능력의 장애를 겪고있는 재활 환자들을 대상으로 운동능력 향상과 흥미 유발이 가능한 기능성 콘텐츠 개발을 하기 위해 직접 재활병원(파크사이드재활의학병원[16])을 방문하여 환자와 의사의 의견을 참고하였다. 재활병원에서는 주로 재활 운동치료를 위해 닌텐도사의 Wii를 재

활환자에게 적용하고 있었다. 그러나 Wii게임의 대부분이 정상인을 대상으로 개발되었기 때문에 환자에게 적용하기에는 부적합함을 확인하였다. 이에 본 논문에서는 재활환자의 운동능력에 맞게 게임의 난이도 조절이 가능하고 또한 가벼우면서 조작이 쉬운 적외선 펜을 이용한 환자의 동작인식 기반의 기능성 콘텐츠를 설계하였다.

설계한 게임의 전체 구상도는 [그림 2]와 같다. 본 게임을 개발하기 위한 환경으로서는 Visual Studio2005상에서 C#과 XNA라이브러리 그리고 Wiimote SDK[17]를 사용하였다. 또한 환자의 동작을 게임에 적용하기 위해 SVM(Support Vector Machine) 알고리즘을 통해 패턴을 분류 및 인식하고, 입력장치로는 Wiimote와 적외선 펜을 사용하였다.



[그림 2] 입력장치와 콘텐츠화면 구상도

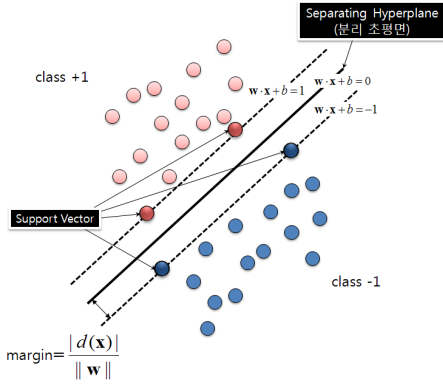
3.2 SVM을 이용한 패턴 인식

SVM[18]은 데이터마이닝에서 지도학습을 이용한 패턴인식 방법의 하나로서 커널함수를 확장한 패턴인식 방법이다.

SVM은 현재 가장 좋은 패턴인식 방법 중에 하나로 [그림 3]과 같이 학습 데이터들을 서로 다른 두 개의 집합으로 분류할 때 고차원의 특징공간에서 두 집합들 사이에 가장 큰 분리를 제공하는 최대 여유도(margin)를 가지는 분리 초평면을 찾는 기계학습 방법이다.

즉, SVM은 선형 입력 소자를 이용해서 2개의 집합으로 분류하는 2진 분류기로 주어진 n차원의 특성벡터공간에서 학습데이터로부터 각 데이터 점

과의 거리가 최대가 되는 분리 초평면(Optimal Separating Hyperplane)을 구하기 위해 선형입력 소자를 학습하는 알고리즘이다. 이때 최대 여유도의 경계에 있는 데이터 점들을 Support Vector라고 하고 최적의 분리 초평면으로 표현이 가능하다.



[그림 3] Support Vectors

SVM은 크게 선형분리가 가능한 문제와 선형분리가 불가능한 문제로 나눌 수 있으며 그 기준은 샘플이 분할 영역 내에 있는지 없는 지로 판별한다. 먼저 선형분리가 가능한 문제에 대하여 수식으로 정리하여 설명하고 비선형인 문제는 선형분리를 계산한 식에서 변수의 추가로 해결할 수 있다.

$$d(x) = \vec{w}^* \cdot \vec{x} + b \quad \text{식(1)}$$

식(1)에서 \vec{w} 는 초평면의 법선 벡터로 초평면의 방향을 나타내고, b 는 초평면의 위치, 그리고 \vec{x} 는 샘플의 특징벡터를 뜻한다. $d(x)$ 는 전체 영역을 두 영역으로 분할하기 위해 +그룹과 -그룹으로 나누어지는데 이를 식(2)처럼 표시할 수 있다.

$$t_i(\vec{w} \cdot \vec{x}_i + b) - 1 \geq 0, i = 1, 2, \dots, N \quad \text{식(2)}$$

임의의 점 x 에서 초평면까지의 거리는 식(3)과 같이 나타낼 수 있는데 결국 SVM 알고리즘의 핵심인 두 클래스를 분리하기 위한 초평면과 Support Vectors간의 사이가 최대가 되도록 하기 위해서는 $1/w$ 가 최대가 되어야 한다.

$$h = \frac{|d(x)|}{\|\vec{w}\|} \quad \text{식(3)}$$

이는 조건식인 식(2)를 만족하는 목적함수 식(3)을 구하는 조건부 최적화 문제이다. 수학에서 조건부 최적화 문제는 라그랑제 승수를 도입하여 해결한다. 조건식에 라그랑제 승수를 부여하여 라그랑제 함수로 표현하면 식(4)로 표현할 수 있다.

$$L(\vec{w}, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2 - \sum_{i=1}^N \alpha_i (t_i(\vec{w} \cdot \vec{x}_i + b) - 1) \quad \text{식(4)}$$

라그랑제 함수로 표현한 조건부 최적화 문제는 보통 Karush-Kuhn-Tucker(KKT)조건을 이용해 풀이하며 식(4)를 KKT조건으로 다시 표현하면 식(5)처럼 나타낼 수 있다[19].

$$\begin{aligned} \frac{\partial L(\vec{w}, b, \alpha)}{\partial \vec{w}} = 0 &\Rightarrow \vec{w} = \sum_{i=1}^N \alpha_i t_i \vec{x}_i \quad \text{식(5)} \\ \frac{\partial L(\vec{w}, b, \alpha)}{\partial b} = 0 &\Rightarrow -\sum_{i=1}^N \alpha_i t_i = 0 \\ \alpha_i &\geq 0, i = 1, 2, \dots, N \\ \alpha_i (t_i(\vec{w} \cdot \vec{x}_i + b) - 1) &= 0, i = 1, 2, \dots, N \end{aligned}$$

식(5)에서 \vec{w} 에 관한 식으로 생각해 보면 주어진 x 와 t 에 라그랑제 승수 α 가 곱해진 모양이다. 따라서 α 를 구하면 \vec{w} 를 구할 수 있고 \vec{w} 를 구하면 b 도 구할 수 있다. 따라서 식(5)를 α 에 대한 새로운 조건부 최적화 문제로 나타내면 식(6)으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N \alpha_i t_i &= 0 \quad \text{식(6)} \\ \alpha_i &\geq 0, i = 1, 2, \dots, N \\ L(\alpha) &= \sum_{i=1}^N \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=i}^N \alpha_i \alpha_j t_i t_j \vec{x}_i \cdot \vec{x}_j \end{aligned}$$

위 식에서와 같이 SVM에서 초평면과 Support Vectors 간의 거리를 최대로 하기 위하여 \vec{w} , b 를 구하는 문제에서 라그랑제 승수를 구하는 문제로 바꾸어 한 개의 등식조건과 N 개의 부등식 조건을 가진 2차 목적함수의 최대화 문제로 변환하여 쉬운 계산 문제로 해결할 수 있다.

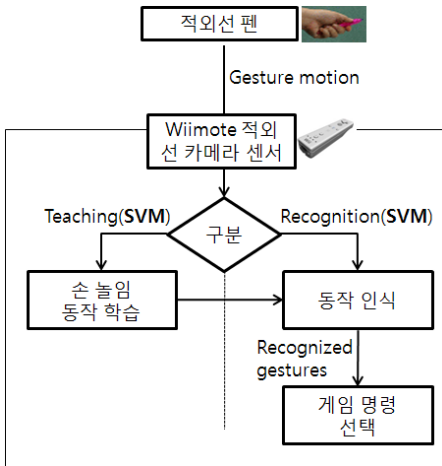
비선형 SVM은 선형분리가 불가능한 문제를 더 높은 차원의 새로운 공간으로 매핑 하여 선형 분리가 가능하도록 만들어 선형분리와 같은 방식으로 문제를 풀 수 있다. 공간을 매핑하기 위해서는 커

널함수를 사용하며 문제에 따라 커널함수를 선택하는 것이 비선형 SVM을 적용하는 데에 있어서 가장 중요한 요소이다.

일반적인 커널함수의 예로는 다항식 커널 (Polynomial)과 가우시안 RBF(Gaussian radial basis function) 그리고 하이퍼블릭 탄젠트 커널을 들수 있다. 본 논문에서는 비선형 SVM에 적용하기 위해 분류 성능에 있어서 우수한 커널함수로 식 (7)의 가우시안 RBF를 사용하였다[20].

$$K(x,y) = e^{-\|x-y\|^2/2\sigma^2} \quad \text{식(7)}$$

본 논문에서는 SVM 알고리즘을 라이브러리화한 LIBSVM[21]을 이용하여 동작패턴을 학습하고 분류하는데 사용했다. [그림 4]와 같이 적외선 펜을 이용해서 패턴에 대한 입력을 Wiimote의 적외선 카메라를 통해 입력받고 이를 SVM 학습을 통해 패턴에 따른 신호를 분류하고, 분류된 데이터를 가지고 다시 SVM을 통해 사용자 입력패턴을 인식하도록 하였다.

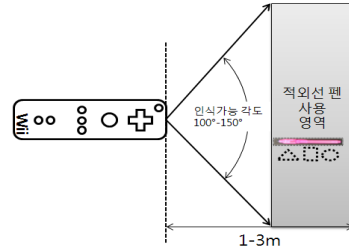


[그림 4] SVM을 이용한 동작인식 블록다이어그램

3.3 적외선 펜을 이용한 그리기 동작 패턴인식

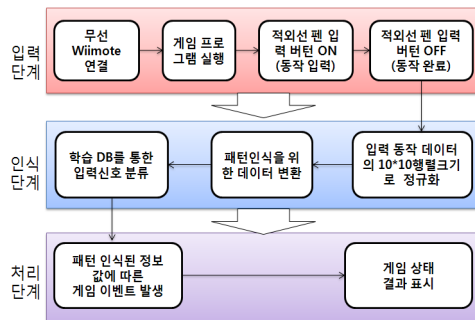
본 논문에서는 Wiimote의 적외선 카메라를 사용하여 환자의 그리기 동작 신호를 입력받도록 하

였다. [그림 5]는 Wiimote카메라의 패턴 인식 적용 범위를 나타내고 있다.



[그림 5] Wiimote카메라의 패턴인식 적용범위

Wiimote카메라를 이용한 동작인식 처리는 [그림 6]과 같이 크게 3단계로 나누어 처리하였다. 먼저 입력신호는 적외선 펜의 신호 입력 버튼을 ON으로 하여 적외선 신호가 감지되었을 때부터 신호 입력 버튼을 OFF로 했을 때까지를 입력신호로 하였다. 적외선 펜과 Wiimote간의 통신상에서 오류를 줄이기 위해 0.5초 이내에 다시 신호가 감지될 경우 연속적인 입력신호로 간주하였다. 다음으로 인식단계에서는 입력된 동작신호에 대해 사전에 지도 학습을 통해 데이터베이스화한 패턴과 유사한 패턴을 탐색한다.



[그림 6] 그리기 동작의 패턴인식 처리과정

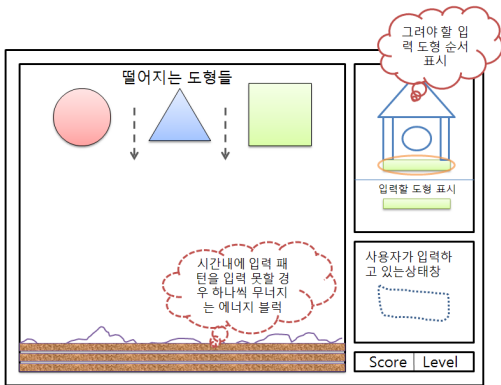
학습 패턴 데이터는 적외선 펜을 통해 직접 입력하여 만들었으며 입력된 패턴은 10×10행렬크기로 정규화하고 동작 인식을 위한 데이터 형식으로

변환시킨다.

학습된 데이터는 인식패턴 수만큼의 라벨을 부여하고 각 라벨들은 게임 상에서 특정한 이벤트를 발생하기 위한 고유 값으로 정의된다. 마지막으로 처리단계는 인식된 동작 이벤트에 의해 게임 결과를 출력하고 다음 동작 입력 대기상태로 돌아간다.

3.4. 기능성 게임 콘텐츠 설계

본 논문에서는 [그림 7]과 같이 인지재활 환자를 위한 기능성 게임을 구상하였다. 제한한 기능성 게임은 인지재활환자의 인지기능과 운동기능 향상을 위해 기존의 한글과 컴퓨터의 타자연습에 포함되어 있는 산성비와 유사한 게임 방식으로 집을 짓기 위해 떨어지는 기하 프리미티(Primitive)들을 환자가 적외선 펜으로 직접 그려서 집 형태의 구조물을 완성하는 방식이다.



[그림 7] 재활환자를 위한 시범 콘텐츠 구상도

본 게임은 총 8단계로 게임이 진행되며 원, 삼각형, 정사각형, 가로 직사각형, 세로 직사각형 총 5가지 도형의 모양을 집의 구조물로 선택하도록 하였다.

[표 1] 단계별 선택적으로 그려야할 도형

1	2	3	4	5	6	7	8
정사각	삼각	직사각	정사각	정사각	직사각	삼각	원

[표 1]은 단계별 선택적으로 그려야할 도형들을 나타내고 있다. 연속적으로 같은 모양을 그리지 않도록 도형들을 나열하였으며 사각형을 그리더라도 정사각형과 직사각형이 섞여 나오도록 하여 도형에 대한 올바른 인지를 한 뒤 도형을 따라 그리는지에 대한 여부를 확인하는데 도움이 되도록 설계하였다.

제한한 기능성 게임은 화면을 보고 현재 입력해야할 도형의 모양을 구분하도록 하는 인지력과 게임화면에서 떨어지는 도형을 확인하여 인지한 도형을 찾도록 하는 기억력 그리고 도형을 따라 그리도록 하여 운동성이 포함되도록 설계하였다. 뿐만 아니라 정신적으로나 신체 능력적으로 정상적이지만 인지장애를 앓고 있는 환자가 대상이기 때문에 복잡하지 않도록 게임을 구성하였다.

4. 콘텐츠 구현 및 실험 결과

4.1 숫자 및 도형 그리기 인식 실험

먼저 재활환자를 위한 기능성 게임 콘텐츠에 적용하기 전에 숫자와 도형 그림을 대상으로 신호 입력 및 패턴 인식이 잘 이루어 졌는지에 대하여 실험해 보았다.

4.1.1. 숫자 그리기 패턴 인식 실험

본 실험에서는 [그림 8]과 같이 적외선 펜을 통해 직접 입력한 숫자 그리기 데이터를 학습시켜 이를 데이터베이스화하고 분류한 뒤 테스트 프로그램으로 결과를 확인해 보았다.



[그림 8] 숫자 그리기 데이터

[표 2]는 숫자 그리기에 대한 패턴 인식률에 대한 실험 결과이다. 숫자 0에서부터 9까지 각각 30개씩의 데이터를 가지고 학습을 하였다. [표 2]와 같이 숫자 그리기에 대한 실험결과가 대부분이 95%를 넘는 매우 높은 인식률을 보였다.

[표 2] 숫자 그리기 인식률

데이터형	학습 데이터 (개)	성공 횟수(개) / 테스트 데이터 수(개)	인식률 (%)
0	30	123 / 124	99.2
1	30	109 / 109	100
2	30	101 / 104	97.1
3	30	87 / 90	96.7
4	30	57 / 57	100
5	30	55 / 55	100
6	30	60 / 61	98.4
7	30	51 / 54	94.4
8	30	58 / 59	98.3
9	30	55 / 57	96.5

[표 3] 숫자 그리고 오인식표

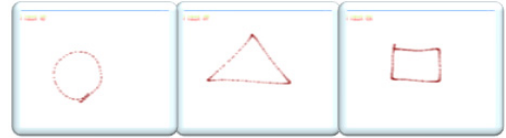
데이터형	오인식 횟수	인식된 숫자
0	1	6
2	3	1
3	3	1,8
6	1	0
7	3	0,4,9
8	1	9
9	2	1,4

또한 [표 3]은 오인식이 발생한 숫자들의 분류표를 나타내고 있다. 오인식이 이루어진 숫자들은 학습 데이터를 직접 손으로 그려 넣음으로 인해 형상이 유사한 숫자로 오인식이 되었다. 이를 개선하기 위해서는 학습 데이터 수를 조절함으로써 인식률을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

4.1.2 도형 그리기 패턴 인식 실험

도형 그리기에 대한 패턴 인식 실험에서 있어서도 숫자 그리기 패턴 인식 실험과 같이 직접 도형을 그려서 실험하였다. 실험 결과는 도형 그리기의 입력신호에 따른 패턴을 인식하여 결과를 화면

에 출력하도록 하였다.



[그림 9] 도형 학습데이터 만들기

도형 그리기에 대한 패턴 인식 실험에서 있어서도 숫자 그리기 패턴 인식 실험과 같이 직접 도형을 그려서 실험하였다. 실험 결과는 도형 그리기의 입력신호에 따른 패턴을 인식하여 결과를 화면에 출력하도록 하였다.

도형 그리기 인식 실험에서는 각 도형 100개씩 해서 총 300개의 훈련데이터를 통해 학습을 하여 도형들을 분류하였고 분류된 데이터를 통해 얼마만큼의 인식하는지에 대한 실험을 해보았다. 실험 결과는 [표 4]와 같이 평균 99%가 넘는 인식률로 인해 게임에 적용하여도 문제가 없을 정도의 높은 인식률을 보였다.

[표 4] 도형별 인식률

도형 모양	학습 데이터(개)	성공 횟수(개) / 실험 데이터 수 (개)	인식률(%)
원	100	123 / 124	99.2
세모	100	117 / 119	98.3
네모	100	100 / 100	100

[표 5] 도형 오분류 표

데이터형	오 분류 횟수	인식된 도형
원	1	네모
세모	2	원

[표 5]에서 나타난 것과 같이 오인 식으로 판단된 도형을 분석한 결과, 사용자가 입력 시 원을 찌 그려뜨려 그리거나 세모를 부드러운 곡선 형태로 그렸을 때 이러나는 경우가 많았다.

SVM에서 학습데이터의 선택은 성능 향상에 중요한 요소 중에 하나이기 때문에 보다 정교화된

학습데이터의 선택과 학습데이터 수 및 커널 함수의 변수 조절을 통해 오인식에 문제를 해결할 수 있을 것으로 예상된다.

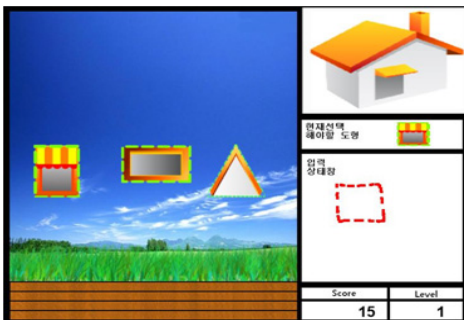
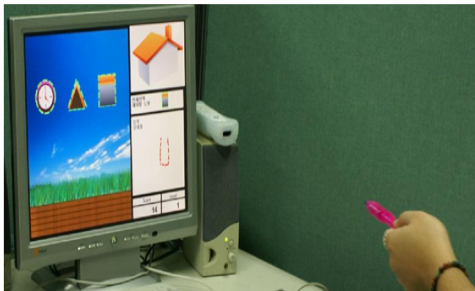
[표 6]은 제안한 게임을 구성하는 요소들과 기능에 대한 간단한 설명이다.

4.2. 기능성 게임 콘텐츠 구현 및 실험

4.2.1 기능성 게임 콘텐츠 구현

앞에서 언급한 숫자 그리기 및 도형 그리기 인식 실험 결과를 토대로 인지재활환자에 적용하기 위한 기능성 게임 시범 콘텐츠를 구현하였다.

[그림 10]은 본 논문에서 제안한 게임 구상도에 맞춰 개발한 게임 콘텐츠 화면이다. 제안한 게임은 재활 환자의 수준에 맞게 인지기능과 운동기능을 동시에 향상시킬 수 있도록 하기 위한 도형 그리기 게임이다. 이 게임은 진행 상황에 맞는 도형을 적외선 펜을 이용해서 그리게 되면 이를 현재 그려야 할 도형과 일치할 경우 다음 단계의 모형을 그리도록 하여 모든 도형의 그림이 그려질 경우 게임이 종료되는 방식으로 진행된다.



[그림 10] 제안한 기능성 콘텐츠 시연 화면

[표 6] 제안한 기능성 게임 화면 구성표

구성 요소	화면 위치	기능
게임 화면	왼쪽 화면	- 선택 가능한 도형들이 떨어짐 - 시간 내에 올바른 도형을 그리지 못할 경우 점차 붉은색으로 변함
도형 낙하 속도	-	- 도형은 0.5초의 속도로 화면 위에서 부터 아래로 떨어짐 - 키보드의 상하버튼을 사용하여 0.1 초 간격으로 속도 조절이 가능
생명바	왼쪽 아래	- 도형이 위에서부터 바닥까지 떨어지는 동안 진행상황에 맞는 도형을 그리지 못할 경우 한 칸씩 감소 - 총 6번개의 생명바가 존재
진행 상황	오른쪽 첫번째	- 그려야할 전체 도형을 선으로 표시 - 단계에 맞는 도형을 그렸을 경우 도형을 입혀 집 모양을 표시 - 현재 진행경도와 남은 도형이 무엇인지 알 수 있게 해줌
도형 표시	오른쪽 두번째	- 현재 그려야할 진행 중인 도형을 보여줌
입력창	오른쪽 세번째	- 사용자가 동작하는 모양을 화면에 직접적으로 보여주는 화면
스코어 /레벨	오른쪽 네번째	- 진행상황에 올바른 도형을 선택할 경우 5점 추가 - 올바르지 않은 도형을 선택할 경우 1점 감점 - 생명바가 줄어들 때마다 3점 감점

제안한 기능성 게임은 간단하지만 환자에게 행동을 유발하기 편하고 색감을 통해 상황인지하기 쉽도록 하였다. 또한 복잡하지 않은 단순한 모형들로 구성하여 신체적으로나 지적으로 장애가 있는 환자들도 손쉽게 즐길 수 있도록 하였다.

4.2.1 재활 환자를 통한 기능성 게임 실험

본 실험은 뇌출혈과 뇌기능 장애를 앓고 있는 환자들 중 의사표현이 가능하며 본인의 의지로 동작이 가능한 남자환자들을 대상으로 하였다. 대상 환자는 연령별로 20대, 40대, 60대의 각각 한명씩

선정하였다. 또한 실험 대상 환자들은 개발한 새로운 인터페이스에 적응하기 위해 간단한 설명과 시범을 보고나서 몇 번의 연습을 통해서 사용방법을 익히고 난후에 기능성 게임에 대한 실험을 실시하였다. 그리고 Wiimote와 적외선 펜과의 거리는 1M정도의 거리를 두고 실험을 실시하였다.



[그림 11] 인지재활환자의 실험 모습

[그림 11]은 제안한 기능성 게임을 환자에게 적용하여 실험하고 있는 모습을 나타내고 있다.

[표 7]은 제안한 기능성 게임에 대한 실험 평가를 나타내고 있다. 평가항목으로는 기존 연구 [23,24,25]를 참고하여 인지 재활에 필요한 주요 요소로서 집중력(흥미 유발), 인지력, 문제 해결능력 및 운동성을 대상으로 하였다.

우선 환자가 재활에 대한 집중력(몰입정도)을 보기 위해 강요가 아닌 자발적인 참여의지를 나타내는 게임 지속시간, 즉 게임을 반복한 횟수를 보았다. 20대와 40대 환자는 그다지 많은 지속성을 보이지 않았지만 60대 환자의 경우는 가장 많은 집중력을 보였다. 정성적 평가로서 재활 전문의는 연령대 별로 흥미를 가지는 부분에 대해 차별적인 몰입 요소를 추가할 필요가 있다고 평가하였다.

인지력에 대한 평가는 실험 대상 환자가 도형을 올바르게 인지하고 행동하는지에 대한 평가로 각 단계별로 도형을 잘못 그리는 횟수를 보았다. 실험 결과 실험 대상 환자들은 삼각형과 사각형에 대한 구분은 확실히 하였으나 사각형 중에서 직사각형과

정사각형을 구분하는 데는 어려움을 보였다.

[표 7] 제안한 기능성 게임 실험 평가

콘텐츠 평가 요소	정량적 평가				정성적 평가 (재활전문의)	
	1단계	2단계	3단계	4단계		
집중력 (게임 반복회수/회)	20대	3			• 환자 연령별 및 성별에 따른 맞춤형 몰입요소를 선택 및 추가 필요.	
	40대	2				
	60대	6				
인지력 (도형을 잘못그린평균 횟수/회)		1단계	2단계	3단계	4단계	• 시각적으로 상황을 인지하면서 행동으로 따라함으로 인지 와 운동의 상호 작용으로 인지 재활치료에 효과적임.
	20대	0	0	1.1	1.6	
	40대	1	0.5	4	0.5	
문제해결능력 (단계별 성공시간평균/초)		1단계	2단계	3단계	4단계	• 상황 해결을 위한 판단과 행동으로 문제해결 능력발달에 효과적임. • 도형그리기의 정확성 완화가 필요.
	20대	14.9	8.5	85	9.6	
	40대	27.7	25.3	73	•	
운동성 (도형을 그릴평균기/pixel)		1단계	2단계	3단계	4단계	• 도형그리기 행동을 통해 운동성 향상에 효과적임.
	20대	가로	밀변	가로	가로	
		317	389	159	264	
		세로	높이	세로	세로	
	263	190	310	227		
	40대	가로	밀변	가로	가로	
		250	265	203	•	
		세로	높이	세로	세로	
	200	132	326	•		
	60대	가로	밀변	가로	가로	
		225	358	174	•	
		세로	높이	세로	세로	
232	211	368	•			

문제해결능력에 대한 평가는 각 단계별로 성공하지 못할 경우 반복적으로 성공할 때까지 도형을 따라 그리도록 하여 다음 단계로 넘어가는데 걸린 시간으로 평가하였다. 정교한 학습데이터의 사용으로 도형을 유사하게 그리지 못할 경우 반복적으로 그리게 하기 때문에 다음단계로 넘어가기 위해 어떤 식으로 도형을 그려야 하는지 판단하고 행동을 해야 하는 점에서 문제 해결 능력의 향상에 도움이 될 것으로 예상되었다. 다만 정성적인 평가로서

정교한 도형을 그리기 위한 훈련 학습은 좋은 방법이나 계속되는 실패로 인한 게임 진행에 흥미가 떨어질 우려가 있으므로 도형을 분류하는데 있어 오차의 범위를 조절할 수 있도록 하는 좋을 것이라는 평가를 하였다.

그리고 운동성에 대한 평가를 위해 대상 환자가 도형을 그리는 크기를 화면의 픽셀단위로 측정하여 평가하였다. 대상 환자들은 단순한 직선으로서의 좌우 변화나 상하 변화에는 큰 무리가 없는 반응을 보였으나 다각형을 그리는 것에 있어서 방향을 전환하는 지점에서의 동작이 자연스럽게 못하였다. 반복적인 테스트 결과 점차 방향 전환 지점에서 대체로 반응을 하게 되었다. 하지만 단순한 직선에서의 상하 변화에는 무리 없이 동작은 하지만 상하로의 팔 동작을 크게 하는 세로로 긴 직사각형의 경우에는 어려움을 보였다. 도형의 모양을 따라 그리기 위한 동작으로 보았을 때 뇌기능 장애를 앓고 있는 환자에게는 충분한 운동성 향상에 도움이 될 것이라고 재활전문직의 평가를 하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 적외선 펜을 이용하여 인지재활 환자들의 인지기능 향상 및 운동기능 향상을 위한 기능성 게임을 제안하였다.

제한한 기능성 게임은 인지장애를 가지고 있는 재활환자들의 인지기능과 운동기능 향상에 필요한 요소와 손쉽게 사용할 수 있는 환경을 제공하는 것에 초점을 맞추었다. 이를 위해 Wiimote와 적외선 펜을 사용한 새로운 인터페이스를 개발하고 동작에 대한 패턴인식을 SVM알고리즘으로 처리하였다.

인지재활환자를 대상으로 한 실험 평가결과로서는 제한한 기능성 게임이 인지기능과 운동기능의 상호작용적인 요소를 유발함으로써 인지재활치료에 위한 게임 콘텐츠로서의 적합성을 확인할 수 있었지만 너무 정교한 패턴인식 때문에 환자들의 운동

성 향상에는 도움이 되지만 반복적인 실패로 인해 게임을 즐기는데 있어서는 흥미가 떨어질 우려가 있어 몰입 요소를 환자특성에 맞게 조절할 필요성을 대두되었다.

향후 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 연구에서는 인지재활치료적인 기능 외에도 게임을 통한 흥미유발요소를 환자특성에 맞게 개선하여 환자들의 기능성 향상에 도움이 되는 기능성 게임 콘텐츠를 개발하고자 한다.

참고문헌

- [1] Serious Game website, <http://www.seriousgameamessource.com/>
- [2] Bryan Bergeron, "Developing Serious Games", Charles River Media, 2006
- [3] IEEE VS-Games'09 Games and Virtual Worlds for serious applications website, <http://www.vs-games.org.uk/>
- [4] Digital Games Research Association website <http://digra2007.digrajpain.org/>
- [5] 김상원, 김용만, 김민영, 손옥호, "치매치료 및 예방을 위한 기능성 게임 콘텐츠 개발" 한국 컴퓨터 게임 학회, No 4, pp. 16-28, 2006.
- [6] 최민영, 임창영, "실체적 인터페이스 디자인 시스템에 관한 연구", 디자인학연구, Vol. 17 No. 2, pp. 5-14, 2004.
- [7] Wiimote Wiki website, <http://wiki.wiimoteproject.com/Wiili>
- [8] Games for health website <http://www.gamesforhealth.org/>
- [9] Games for Change website <http://www.gamesforhealth.org/>
- [10] Fujimoto, T. and Beppu, F., "Games for Health in Japan", Games for Health Annual Conference 2006, September 28-29, University of Maryland School of Medicine, Baltimore, MD, USA, <http://www.gamesforhealth.org/archives/000211.html>, accessed August 25th 2007
- [11] 장재영, 윤행섭, "뇌졸중 환자를 위한 재활 훈련 기능성 게임 디자인 연구" 한국 컴퓨터 게임 학회 논문지, No.15. pp. 151-159, 2008.
- [12] 유길상, 연제혁, 이원형, "집중력 향상을 위한

가능성 게임 콘텐츠 개발”, 한국인터넷정보학회
2005 춘계학술발표대회 논문집 제6권 제1호,
pp. 487-490, 2005.

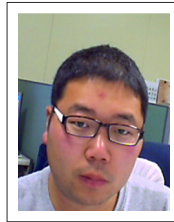
- [13] 한국콘텐츠진흥원 보도자료, “게임의 재발견!
게임, 교육·치료 영역 넘본다”, 2009. 5. 14
- [14] Masamichi TANAKA. “Wii Fit on the Nintendo
is useful in rehabilitation”. Cent. Jpn. J. Orthop.
Traumat. Vol. 52; No. 3: pp. 667-668, 2009.
- [15] 이원희, “게임 산업의 신조류, 기능성”, 삼성 경
제 연구소 경영노트, 제12호, 2009. 6
- [16] 파크사이드 재활의학병원 website,
<http://www.parkside.co.kr/>
- [17] Johnny Chung Lee, Wiimote.Lib website,
<http://www.cs.cmu.edu/~johnny/projects/wii/>
- [18] Christopher J.C. Burges, “A Tutorial on Support
Vector Machines for Pattern Recognition”, Data
Mining and Knowledge Discovery, Vol. 2,
pp.121 - 67, 1998.
- [19] Moritz Kuhn, “The Karush-Kuhn-Tucker
Theorem”, CDSEM Uin Mannheim, 2006.
- [20] 신미영, 박준구, “Monk’s Problem에 관한 가우
시안 RBF 모델의 성능 고찰”, 전자공학회 논
문지, 제43권 CI편 제6호, pp. 34-42, 2006.
- [21] Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin, “LIBSVM
-- A Library for Support Vector Machines”
[http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/
libsvm.pdf](http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/libsvm.pdf)
- [22] 옥수열, 감달현, Wiimote를 이용한 재활환자용
가능성 게임 콘텐츠 설계, 한국해양정보통신학
회, 2009년 추계학술대회, pp. 709-710, 2009.
- [23] 이종하, “운동선수의 손상과 재활”, 코칭능력
개발지, 제10권 제4호, pp. 31-40, 2008.
- [24] 이성아, 정민선, 채경주, “컴퓨터-보조인지 프
로그램이 뇌손상환자의 인지, 지각, 일상 생활
에 미치는 효과”, 대한작업치료학회지 제9권 제
1호, pp. 123-133, 2001.
- [25] 박준호, 정한용, 이소영, “외상성 뇌손상 환자를
위한 인지재활 프로그램의 효과”, 생물 정신의
학 Vol.9, No.2, pp. 120-128, 2002.



옥 수 열(Soo-Yol OK)

1998년 쓰쿠바대학 이공학연구과 공학석사
2001년 쓰쿠바대학 공학연구과 공학박사
2001년~2004년 일본 통신종합연구소 연구원
2004년~현재 동명대학교 정보통신대학 미디어공학부
게임공학과

관심분야 : 게임 인터페이스 컴퓨터 시뮬레이션,
게임 인공지능, 컴퓨터 그래픽스, 가상현실



감 달 현(Dal-Hyun Kam)

2007년 동명대학교 정보통신공학과 학사
현재 동명대학교 대학원 컴퓨터미디어공학과 석사과정
재학중

관심분야 : 게임 HCI, 패턴 인식, 게임 알고리즘.