

비행슈팅게임에서 게이머의 긴장이완 상태를 인식하기 위한 SOM의 적용

정찬순*, 함준석*, 박준형*, 여지혜*, 고일주*

*송실대학교 미디어학부

e-mail:{eruda73, gjboy, KAGA, hoya350, andy}@ssu.ac.kr

Applying of SOM for Recognition to Tension and Relaxation in a Scrolling-Shooter Game

Chan-Soon Jeong*, Jun-Seok Ham*, Jun-Hyoung Park*, Ji-Hye Yeo*, Il-Ju Ko*

*School of Media, SoongSil University

요 약

본 논문은 SOM을 이용하여 비행슈팅게임을 하는 게이머의 긴장과 이완상태를 학습한다. 학습된 SOM을 이용하여 게이머의 새로운 심박데이터가 입력되었을 때 긴장과 이완 상태에서 플레이하는 게이머의 인식을 제안한다. 게이머들은 비행슈팅게임을 플레이하면서 게임 환경들의 패턴들에 익숙해진다. 게이머들은 반복하면서 지루해지면서 자연스럽게 긴장감도 떨어지게 된다. 만약 긴장이완 정도를 알 수 있다면 게이머의 상태에 맞게 게임환경을 조절하여 긴장감을 유지할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 이용하여 게이머의 긴장이완상태를 신경망 SOM으로 분류한다. SOM은 주어진 입력패턴에 정확한 답을 정해주지 않고 자기 스스로 학습하여 해답을 찾는 신경망중의 하나이다. 따라서 게이머의 심박신호는 SOM 학습을 통해 게이머의 긴장과 이완상태들을 군집화 할 수 있다. 비행슈팅게임을 20회 반복 플레이하여 SOM으로 게이머의 심박신호를 입력해 본 결과 긴장이완상태를 인식 할 수 있었다.

키워드 : 비행슈팅게임, 심박신호, SOM, 감정

만약 비행슈팅게임을 하는 게이머의 긴장과 이완상태를 알 수 있다면 이완상태가 되었을 때 게임환경을 적절하게 조절하여 게이머의 긴장상태가 유지되도록 조절할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 생체신호중 심전도(ECG: Electrocardiogram) 센서를 이용하여 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 입력받아 분석한다. 입력된 심박신호는 특징 추출한 후 게이머의 긴장과 이완 상태를 인식할 수 있도록 SOM(Self-Organizing Maps, 자기조직화 지도)으로 학습한다. 학습된 SOM으로 게이머의 새로운 심박 신호가 입력되었을 때 게이머의 긴장과 이완 상태들을 분류하는 것을 제안한다.

본 연구에서 비행슈팅게임을 할 때 게이머의 긴장과 이완의 상태를 학습하는 단계는 심박의 측정 및 분석 단계와

1. 서론

게이머들은 게임을 처음 접할 때 흥미를 갖고 진행하지만, 게임 진행에 따라 게임의 패턴들에 숙달되어 간다. 예를 들어 적의 총알이 날아오는 경로와 시간 등을 게이머들은 게임 환경의 패턴을 기억하게 된다. 그러므로써 게이머는 게임 환경들의 패턴을 자연스럽게 익히게 된다. 일정한 시간이 흐르면 게이머들은 게임환경의 패턴을 기억하고 있기 때문에 점차 예측된 상황에서 점점 긴장하지 않고 게임을 하게 된다. 이러한 상황들이 연속되면 게이머는 더 이상 게임이 흥미와 재미가 없어지고 지루해 질 수 있다.[1]

SOM의 학습단계, 두 가지로 구성한다.

첫 번째 단계는 심박의 측정 및 분석단계로 먼저, 게이머의 상태를 심박으로 측정한다. 비행슈팅게임 RaidenII(2)를 STAGE 1만 20회 플레이하여 게이머의 심박을 측정한다. 심박 측정은 심전도센서를 이용하여 심장의 수축과 이완이 일어날 때 발생하는 전기적 파동을 기록한 심박신호를 입력 받는다. 이때 심박신호의 한 주기는 P, Q, R, S, T파형을 그리면서 나타난다. 이중 가장 높은 값을 갖고 있는 R파형과 다음 주기에 나오는 R파형을 R-R 간격이라고 한다. R-R 간격을 계산한 후 R-R 간격을 추출하여 한다. R-R 간격을 이용하여 시간분석과 주파수 분석을 나누어 입력벡터로 분석한다. 시간분석으로는 심박신호의 특징 추출은 R-R의 최대값과 R-R의 변이계수값, R-R의 FFT(Fast Fourier Transform)변환으로 주파수성분의 LF(Low frequency, 0.01~0.15Hz), HF(High frequency, 0.15~0.4Hz)를 구한 후 LF/HF의 값을 사용한다.[3]

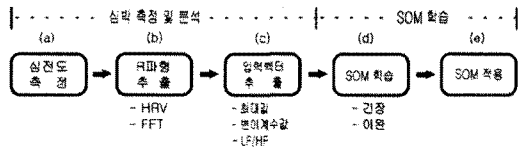
두 번째 단계는 SOM 학습단계로 게이머의 긴장과 이완 상태를 학습한다. SOM은 주어진 입력벡터들이 학습이 되면서 연결가중치가 조정되어 스스로 학습되는 신경망이다. 입력 받은 심박신호의 값을 특징벡터로 추출하여 게이머의 긴장과 이완 상태를 SOM으로 학습한다. 이렇게 학습된 SOM의 결과에서 새로운 게이머의 심박신호가 들어왔을 경우 게이머의 상태 즉 긴장 또는 이완의 상태를 인식할 수 있게 된다.[4]

2장은 SOM을 이용한 게이머의 긴장과 이완 학습의 설계의 장으로 게이머의 심박신호 측정 및 분석단계와 SOM의 학습단계를 구성했다. 3장 SOM 학습 및 적용의 장으로 비행 슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 직접 측정하여 SOM 학습으로 게이머의 긴장과 이완의 상태를 인식한다. 4장 결론은 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 SOM 학습으로 게이머의 긴장과 이완상태를 학습하여 분류한다.

II. SOM을 이용한 게이머의 긴장과 이완 학습의 설계

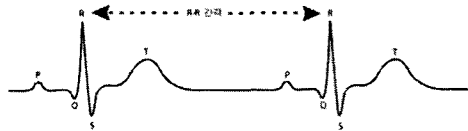
비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 측정하여 긴장과 이완상태를 SOM으로 학습한 후, 새로운 심박신호가 입력 벡터가 들어올 경우 게이머의 상태를 분류하는 단계는 <그림 1>과 같이 두 단계로 구성된다.

첫 번째 단계로 심박 측정 및 분석 과정은 심전도 센서를 이용하여 심박신호를 측정하고 R파형을 추출한 후 심박분석을 HRV와 FFT를 한다. 심박신호의 입력벡터 추출을 R-R 간격 최대값, R-R간격 변이계수값, 주파수 성분의 LF/HF 값을 정규화한다. 두 번째 단계로 SOM 학습의 단계에서는 SOM 학습으로 게이머의 긴장과 이완 상태를 인식한 후, SOM 분류의 단계에서 새로운 심박신호가 들어왔을 경우 게이머의 상태를 알려주게 된다.



<그림 1> SOM 학습으로 게이머의 긴장과 이완 상태를 인식 단계

SOM으로 게이머의 긴장과 이완 상태를 학습하는 단계는 <그림 1>과 같다. (a)의 심전도 측정 단계에서는 심전도 센서를 이용하여 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 입력 받는다. 심장의 수축과 이완이 일어날 때 발생하는 심박신호는 <그림 2>와 같이 P,Q,R,S,T파형들로 전기적 파동을 기록하면서 나타난다.



<그림 2> 심박 신호

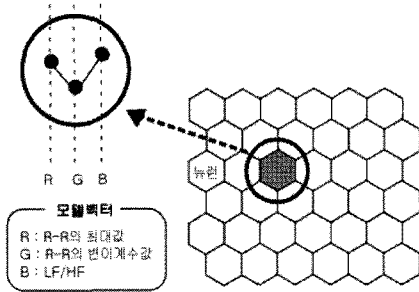
(b)R파형 추출단계에서는 <그림 2>와 같이 파형 중 가장 높은 값을 갖고 있는 R파형을 추출한다. R파형은 다른 파형들보다 높은 값을 갖고 있기 때문에 깨끗하게 추출할 수 있는 장점이 있다. R파형 다음에 다시 R파형이 나타나는데 이것을 R-R 간격 또는 HRV(Heart Rate Variability)라고 부른다. R-R의 분석으로 심박 간격의 변화를 알 수 있다. R-R의 분석은 시간분석과 주파수 분석으로 나누어 특징벡터들을 추출한다.

(c)입력벡터 추출에서는 시간분석으로는 R-R간격의 최대값과, R-R간격의 변이계수값을 분석한다. R-R간격의 최대값으로는 신체의 각성도를 확인할 수 있으며, R-R간격의 변이계수값(표준편차/평균값 × 100)으로는 심박의 규칙성을 알 수 있다. 주파수 분석은 FFT변환으로 교감신경의 활동성을 반영하는 LF, 부교감신경계의 활동성을 나타내는 HF를 구한 후 LF/HF를 계산하여 고주파의 영역 HF에 대한 저주파의 영역 LF의 비율을 알 수 있다.[3][6]

(d)SOM 학습단계에서는 게임상태의 긴장과 이완 상태를 학습하는 단계이다. SOM은 주어진 입력패턴에 대해서 해답을 정해주시 않고 자기 스스로 학습하는 신경망중의 하나이다. SOM의 구성은 입력층(Input Layer)층과 경쟁층(Competitive Layer)로 연결되어 있다. 학습 방법으로는 연결강도를 초기화한 후 새로운 입력패턴을 제시되면 입력벡터와 뉴런들과의 거리를 계산한 후 가장 최소거리의 뉴런을 승자뉴런으로 선택한다. 그런 후에 승자뉴런과 그 이웃뉴런들의 연결강도를 재조정하면서 학습을 반복하게 되며, 승자뉴런과 이웃뉴런 이외의 뉴런들은 이전의 값을 그대로 갖고 있다.

게이머의 긴장과 이완의 상태분류는 SOM을 이용하여 심박신호의 입력벡터들을 학습한다. <그림 3>과 같이 SOM의

게이머 상태인식 모델은 3차로 구성하여 RGB 모형으로 시각화하였다. RGB 색상으로 시각화 이유는 게이머의 인식된 상태가 긴장인지 이완인지 육안으로 판별할 수 있기 때문이다. 3차 모델벡터의 구성은 R-R 간격의 최대값을 R색상에, R-R간격의 변이계수값을 G색상에, LF/HF값들을 B색상에 나타낸다.



〈그림 3〉 SOM의 게이머 인식 모델

심박신호를 SOM 학습으로 긴장과 이완을 분류하는 과정은 4단계로 구성된다. 첫 번째는 3차원의 RGB색상값을 0~255의 임의의 값으로 RGB 색상값을 이용하여 랜덤하게 구성하여 초기화한다. 두 번째는 새로운 입력벡터들을 RGB 색상에 맞게 R-R간격의 최대값, R-R간격의 변이계수값, LF/HF값을 정규화한다. 세 번째는 입력벡터와 모든 뉴런들 간의 거리를 계산한 후 최소 거리에 있는 승자뉴런을 선택한다. 심박신호의 입력벡터와 뉴런 사이의 거리가 가깝다는 것은 현재 입력된 게이머의 상태와 뉴런이 가장 비슷하다는 것을 의미한다[5].

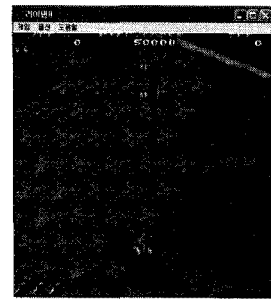
네 번째는 승자뉴런과 이웃뉴런들은 학습을 만큼 연결강도를 재조정하게 된다. 승자뉴런과 이웃뉴런 이외의 뉴런들은 이전의 값을 그대로 갖는다. 이 과정은 학습이 끝날 때까지 반복하게 된다.

(e)SOM 적용단계에서는 비행슈팅게임에서 게이머의 심박신호가 입력되었을 때 게이머가 긴장 또는 이완 상태인지 SOM을 이용하여 학습한다. 학습된 SOM은 새로운 심박신호가 입력되었을 때 게이머의 상태가 SOM으로 분류되어 게이머 상태를 알 수 있게 된다.

3장에서는 게이머에게 비행슈팅게임 RaidenII를 플레이하게 한 후 심박신호를 측정한다. 심박 데이터를 특정벡터로 추출한 후 SOM으로 게이머의 긴장과 이완 상태를 학습한다. 그리고 학습된 SOM으로 새로운 입력벡터를 넣었을 경우 게이머의 심박신호를 긴장과 이완상태를 분류할 수 있도록 적용해본다.

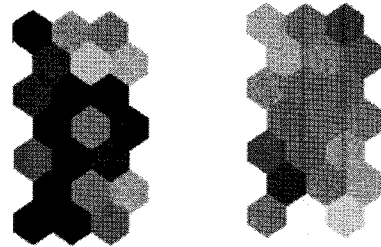
III. SOM 학습 및 적용

SOM의 학습을 통해 비행슈팅게임을 하는 게이머의 긴장과 이완상태를 분류하기 위해서 RaidenII를 이용했다. RaidenII는 대중적인 비행슈팅게임으로 많은 사람들이 해본 경험이 있는 게임이다. 게이머에게 스테이지 1을 20회 실시하여 게이머의 심박신호를 측정하였다. 스테이지 1은 게임상에서 가장 난이도가 낮은 단계이므로 비교적 쉽게 플레이할 수 있는 게임 스테이지이다. 따라서 게임을 반복 플레이할 때 지루함을 느끼기 쉽다.



〈그림 4〉 RaidenII 게임 화면

측정된 심박신호는 10초마다 R파형을 추출하여 HRV와 FFT분석으로 입력벡터를 추출하였다. R-R 간격의 변이계수와 FFT분석은 일정한 시간만큼의 데이터가 확보되어야 하기 때문에 심박신호를 10초씩 분석했다. SOM의 특징 벡터로는 R-R 간격의 최대값을 R에, R-R간격의 변이계수값을 G에, FFT 성분의 LF/HF값을 B에 추출하여 정규화 하였다.



(a) 학습 전

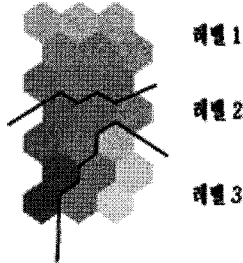
(b) 학습 후

〈그림 5〉 비행슈팅게임을 하는 게이머 상태의 SOM 학습

〈그림 5〉는 SOM으로 비행슈팅게임을 하는 게이머의 입력된 심박신호들을 긴장과 이완의 학습을 보여 준다. (a)는 학습 전에 연결강도를 랜덤상태로 초기화 한 것을 나타낸다. 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 RGB 색상으로 정규화하여 게이머의 상태를 학습하였다. 심박신호의 입력벡터와 뉴런 사이의 거리를 비교하면서 승자뉴런 선택을 학습이 끝날 때까지 반복한 결과는 〈그림 5〉의 (b)학습 후처럼 나타났다. 비행슈팅게임을 하는 게이머의 플레이상태를 긴장

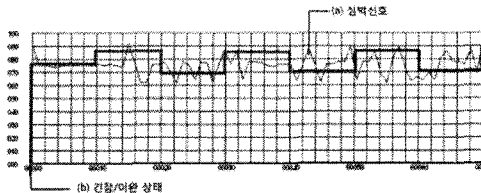
과 이완으로 분류되는 결과를 얻었다.

학습된 SOM으로 새로운 게이머의 심박신호를 입력되었을 때 게이머 긴장과 이완 상태의 인식을 (그림 6)과 같이 나타냈다. 게이머의 상태를 시각적으로 구분하기 위해서 임계값으로 나누어 세단계로 표시해 보았다. 게이머상태를 단계마다 구분해 줌으로써 긴장상태를 단계별로 확인할 수 있었다.



(그림 6) 학습된 SOM으로 새로운 심박신호의 인식

SOM으로 학습된 후 새로운 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호의 SOM으로 인식하는 단계는 (그림 7)과 같이 나타난다. 비행슈팅게임을 하는 게이머의 상태를 10초씩 잘라서 긴장과 이완 상태를 볼 수 있었다. (a)는 새로운 심박신호에서 R-R간격의 변화를 나타내며, (b)는 (그림 6)에게 임계값으로 구분된 긴장정도에 따라 게이머의 긴장과 이완의 레벨을 매칭해 본 것이다. 이를 통해 게이머가 어느 시점에서 지루해하는지 확인할 수 있었고, 게이머에게 긴장상태를 유도할 수 구간을 시각적으로 알 수 있었다.



(그림 7) 새로운 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호의 SOM 적용

IV. 결론

본 연구에서는 신경망 SOM의 학습으로 비행슈팅게임을 하는 게이머의 심박신호를 이용하여 게이머의 긴장과 이완상태를 분류하는 것을 제안하였다. SOM의 특징벡터들은 심박신호의 R-R간격의 최대값, R-R간격의 변이계수값, FFT변환의 LF/HF값으로 학습하였다. 학습된 결과는 게이머의 상태들이 SOM으로 유사하게 군집화되면서 게이머의 상태를 분류할 수 있음을 보였다.

본 논문에서는 심박신호를 한 사람에 한정된 데이터로 심

박신호를 특징추출 한 것에 한계가 있었다. 또한 SOM으로 입력된 심박데이터들의 양이 적어서 SOM Map의 한계가 있었다. 하지만, 본 실험을 통해 SOM을 통해 비행슈팅게임을 하는 게이머의 긴장과 이완상태를 학습할 수 있었다. 학습된 SOM으로 새로운 심박상태가 입력되었을 때 게이머의 상태가 분류될 수 있음을 확인할 수 있었다.

많은 사람들을 측정된 심박데이터를 분석하여 SOM으로 학습한다면 게이머의 상태 인식을 일반화 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 게임의 BGM의 빠르기를 변경 하거나 난이도를 조절하여 게이머의 긴장상태 유도가 가능할 것으로 기대된다[7][8].

참고문헌

- [1] 라프코스터, "라프 코스터의 재미이론", 디지털미디어리서치, pp.26-61, 2005
- [2] "Raiden 2", Seibu, 1997
- [3] Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, Conen RJ. "Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control" Science 1981, Vol.213, No.4504, pp.220-222, 1981
- [4] T. Kohonen, "Self-Organizing Maps", Springer Verlag, 1995
- [5] 정찬순, 함준석, 박준형, 여지혜, 고일주, "SOM을 이용한 심박신호의 긍정, 부정 감정 분류", 디지털산업정보학회 추계학술대회, pp. 54-59, 2008
- [6] Berger RD, Akselrod S, "An efficient algorithm for spectral analysis of heart rate variability", IEEE trans, pp.900-904, 1986.
- [7] 박준형, 함준석, 김재경, 박민호, 고일주, "비행슈팅게임의 몰입도 향상을 위한 인공감정을 통한 BGM변경", 디지털산업정보학회 추계학술대회, pp. 97-104, 2007
- [8] 홍병훈, 윤태복, 이지형, "사용자의 행동패턴 인식을 통한 동적인 게임 환경 생성", 한국게임학회 추계 학술발표대회, pp. 75-80, 2008