

오염 물고기 움직임 분석을 위한 효율적인 특징 추출

*강민경⁰ **김도현 **차의영 ***전태수 **강진숙
 *부산대학교 멀티미디어 협동과정
 **부산대학교 전자계산학과
 ***부산대학교 생물학과
 (*dragon, **unlimit)@hanmail.net
 **eycha@harmony.cs.pusan.ac.kr
 (**tschon, **jiskang)@hyowon.pusan.ac.kr

An Effective Feature Extraction for Polluted Fish's Motion Analysis

*Min-Kyeong Kang⁰ **Do-Hyeon Kim **Eui-Young Cha ***Tae-Soo Chon **Jin-Sook Kang
 *Dept. of Multi Media, Pusan National Unuversity
 **Dept. of Computer Science, Pusan National Unuversity
 ***Dept. of Biology, Pusan National Unuversity

요 약

본 논문에서는 오염된 물고기의 특성을 자동으로 분석하기 위한 진보적 행동 분석 시스템을 제안한다. 이 행동 분석 시스템은 수질 생명체들을 오염으로부터 보호할 수 있도록 하기 위한 경보 시스템으로서, 물고기의 행동 특성을 Kohonen Neural Network를 사용하여 자동으로 군집화하고 분석할 수 있도록 하였다. 이때, Neural Network의 입력으로 사용하기 위한 특징 벡터는 물고기의 좌표 위치만을 사용하지 않고 위치 좌표를 바탕으로 속도, 가속도, 각속도, 각가속도를 구하여 이를 사용함으로써 보다 효율적인 특징 추출이 이루어질 수 있도록 하였다. 오염 생명체와 비오염 생명체의 특징을 각각 추출하여 실험해 본 결과, 오염물질을 노출된 물고기의 밤(야간) 데이터에서 다른 군집과는 다른 뚜렷한 이상 행동 특성이 나타나는 것을 알 수 있었다.

1. 서 론

21세기에 들어오면서 인간이 처리하는 작업 등을 무인으로 컴퓨터가 자동으로 처리할 수 있도록 인간의 두뇌 구조를 분석하여 컴퓨터도 그와 상응하도록 하려는 신경 회로망(neural network)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

신경회로망은 현재 무인 자동차 번호판 인식, 지문·얼굴자동 인식, 패턴 인식, 로봇제어 등 실생활에서 많이 사용되고 있고 계속 연구되고 있는 분야이다. 본 논문에서는 물고기 행동 특징 벡터를 추출하여 SOFM (Self-Organizing Feature Map)에 사용함으로써, 수질 생명체인 물고기에 대한 독성 물질 노출 여부 등을 자동 판별하기 위한 조기 경보 시스템을 개발하였다.

2. 물고기 행동 분석 시스템

2.1 특징 위치 데이터 추출

(1)기본 입력 데이터 추출

Neural Network의 입력 데이터를 구성하기 위해 CCD카메라를 이용하여 Diazinon 0.05ppm(실험 화학물질)를 처리하기 전과 처리한 후 이틀간 낮·밤 10시간 씩 0.25초 간격으로 캡처하면서 물고기의 위치좌표를

추출한다. 움직임 특징을 추출하기 위하여 본 논문에서는 우선 영상 프레임간의 차영상을 이용한다. 그리고 표1과 같이 ART2 신경망과 경로일관성 함수를 사용하여 물고기 움직임 궤적을 추적하여 이것을 바탕으로 특징을 추출하였다.

표 1. ART2 Network 학습 알고리즘

[단계1] 새로운 입력 데이터가 주어지면, 이것과 거리가 최소인 cluster의 index를 구한다. $j^* = \min \ x - w_j\ $ x : 입력 데이터 w_j : class j의 가중치
[단계2] Vigilance Test $\ x - w_{j^*}\ < \rho$ ρ : class radius
[단계3] 만약, Vigilance Test 실패시, 이 가중치(Weight)를 가지는 new Cluster생성 $w_k = x$ k : 새로운 cluster의 index
[단계4] Vigilance Test 성공시, 승자 j^* 의 Weight는 변경 $w_{j^*}^{new} = \frac{x + w_{j^*} \cdot \ Cluster j^*\ }{\ Cluster j^*\ + 1}$ $\ Cluster j\ $: Cluster j의 member의 수

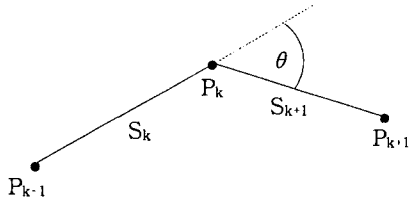


그림 1. 그림 경로 일관성 함수

경로 일관성 함수는 그림 1과 같이 3개 프레임에서의 점 (P_{k-1}, P_k, P_{k+1})의 위치 벡터를 이용하여 두 개의 앞 프레임에서 다음 프레임의 예상 위치를 결정할 수 있도록 방향 일관성 함수와 속도 일관성 함수를 결합하여 사용한다.

이렇게 구해진 물고기의 위치 데이터를 실험 수조의 Diazinon 처리 여부에 따라 그림 2와 같이 ①처리 전 낮 데이터 ②처리 전 밤 데이터 ③처리 후 낮 데이터 ④처리 후 밤 데이터 각각 4개의 그룹으로 분류한다.

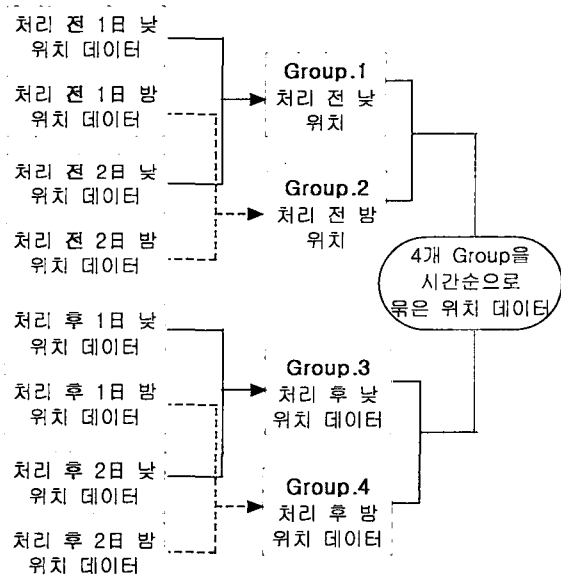


그림 2. 위치 데이터 재구성

(2) 특징 데이터 구성

재구성된 위치 데이터는 특징 데이터 변환 시스템에서 속도, 가속도, 각속도, 각가속도의 특징 데이터로 변환되고, 생태학적인 물고기의 행동 상태를 잘 반영하기 위하여 이를 40개 좌표 단위로 1)240개씩 묶어서 신경회로망의 입력벡터로 사용하였다.

1) 240 = 40 × 6(x위치, y위치, 속도, 가속도, 각속도, 각가속도)

이와 같이 생물학적인 행동 특성을 반영한 특징 추출 데이터인 속도, 가속도, 각속도, 각가속도를 추출하는 것이 제안한 물고기 행동 분석 시스템의 실험효과를 향상시키는 중요한 입력 벡터가 된다.

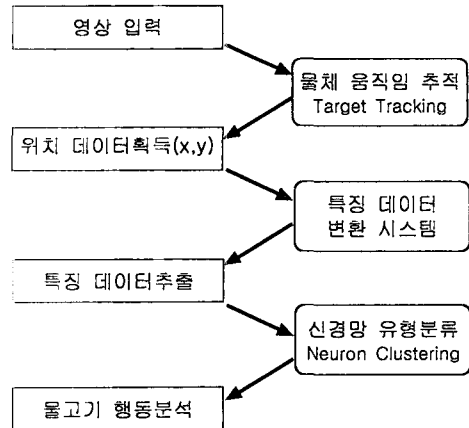


그림 3. 물고기 움직임 분석 전체 흐름도

2.2 Kohonen Network 학습

(1) 학습 패턴의 설정 및 초기화

학습 패턴은 총 691200개의 좌표로부터 특징 데이터를 추출하여 17280개의 입력벡터로 구성하였다.

뉴런의 크기는 20x20으로 설정하였고, 난수발생기(random number generator)를 사용하여 각각의 뉴런을 0~1사이의 값으로 초기화시켰다. 초기 이웃반경은 전체 뉴런 크기의 1/2로 설정하고 초기 학습률(η)은 0.2로 하여 학습이 진행됨에 따라 점차 감소하도록 설정하였다.

(2) 뉴런 가중치 변경

Kohonen의 경쟁학습은 입력벡터와 모든 뉴런들간이 거리를 식 (1)과 같이 계산한 후, 최소의 거리를 가지는 승자 뉴런 j 와 그 이웃뉴런에 대하여 뉴런의 가중치를 식 (2)과 같이 변경한다.

$$d_i = \sum_{i=0}^n (x_i(t) - w_{ij}(t))^2 \quad (1)$$

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta(t)(x_i(t) - w_{ij}(t)) \quad (2)$$

$x_i(t)$: t 에서의 i 번째 입력벡터

$w_{ij}(t)$: i 번째 입력벡터 $x_i(t)$ 와 j 번째 출력 뉴런사이의 연결강도

3. 실험환경 및 결과분석

3.1 실험 환경

제안된 시스템의 개발 환경은 Windows 98에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 구현하였고, BCE-342LA CCD Camera를 장착하여 물체 움직임이 포착된 신호를 오스카 III Capture Board 상에서 디지털 신호로 변환시켰으

며, 생화학물질인 Diazinon 0.05ppm을 실험에 사용하였다.

3.2 결과 분석

제안한 논문에서 사용된 물고기 개체에 각각 Group 별 4320개(총 17280개)의 특징 패턴에 대한 뉴런 맵을 생성하였다. 그림 4~7은 물고기 움직임에 대한 특징 데이터를 Kohonen Network의 입력 벡터로 사용하여 학습시킨 후, 생성된 뉴런 맵상의 분포를 단순화시킨 Gray-image이다.



그림 4. Diazinon 처리 전 낮
그림 5. Diazinon 처리 전 밤
그림 6. Diazinon 처리 후 낮
그림 7. Diazinon 처리 후 밤

Gray-image의 검은 점은 검은 각 그룹별 최대승자의 위치를 표현한 것인데 'Diazinon 처리 후'의 최대 군집 위치가 'Diazinon 처리 전'의 위치와 다른 것을 알 수 있다. 'Diazinon 처리 후 낮'의 군집은 처리전과 처리후의 과도기적인 성격을 띠고 있으며, 특히 'Diazinon 처리 후 밤'의 군집은 다른 군집 유형과는 다른 특별한 군집 양상을 보이고 있는데 이것으로 독성 물질에 노출된 물고기가 낮 보다 밤에 더 민감한 반응을 일으킨다는 사실을 추론할 수 있다.

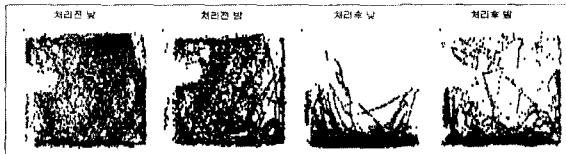


그림 8. 물고기의 전체 행동 궤적

□ Diazinon 처리전 낮 □ Diazinon 처리전 밤
□ Diazinon 처리후 낮 ■ Diazinon 처리후 밤

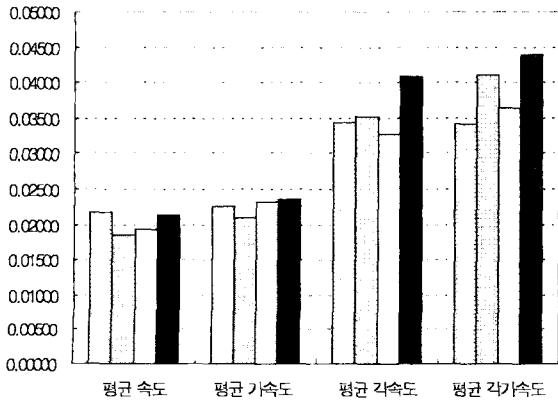


그림 9. 전체개체 행동특성 평균 비교분석 그래프

그림 8에서는 Diazinon 처리 후 물고기의 행동궤적이 바닥에 치우치는 구분되는 특징을 가지고 있다는 것을 보여주고 있다.

그림 9는 각 개체별로 Diazinon 처리 전후의 물고기 행동 특징을 속도, 가속도, 각속도, 각가속도로 구분하여 비교 분석한 것이다. 이를 통해 살펴볼 때, 특히 각속도, 각가속도에서 Diazinon 처리 후 밤의 물고기 행동양상이 두드러지게 구별되는 것을 알 수 있으며 이는 그림 4~7을 통해 효과적으로 분석되었다는 것을 알 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 Kohonen의 자기조직화 형상지도 (Self-Organizing Feature Map)의 입력 벡터로 사용하기 위해 물고기의 생물학적 행동 특성을 나타내는 특징 데이터인 속도, 가속도, 각속도, 각가속도를 추출하였다. 이를 바탕으로 신경망의 학습을 통해 입력 벡터들을 군집화시키고, 생성된 뉴런 맵상의 군집 유형을 분석하여 물고기가 오염물질에 노출되었는지를 알 수 있는 오염 물고기 행동 분석 시스템을 개발하였다.

향후 연구는 제안한 물고기 행동 분석 시스템을 수정 생명체뿐만 아니라 다른 생명체의 특징 벡터를 효과적으로 추출하여 신경회로망의 입력 데이터로 학습시켜 보다 범위가 넓은 활용시스템으로 구현해 볼 계획이다.

참고 문헌

- [1] P.N. Sukanthan, "Hierarchical Overlapped SOM'S for Pattern Classification", IEEE Transactions on Neural Networks, VOL.10, NO.1, JANUARY 1999
- [2] Tae-Soo Chon, "Patternizing Communities by Using an Artificial Neural Network", Ecological Modelling, 90, pp. 69-78, 1996
- [3] 강민경, 김도현, 박인실, 차의영, "자기조직화 형상지도를 이용한 오염 물고기 움직임 분석", 한국정보과학회, 제28권 2호, pp.316-318, 2001년 10월
- [4] 정남일, "Diazinon과 Carbofuran의 아치사랑 처리에 따른 송사리(Oryzias latipes)의 반응 행동과 이동 궤적의 수리적 유형화", 부산대학교 석사 학위 논문, 2001년 2월
- [5] 박인실, 류광순, 전대수, 박영석 "인공신경망을 이용한 남한의 저서성 대형 무척추동물 군집 유형", The Korean Journal of Limnology : VOL.33, NO. 3, September 2000
- [6] 김대수 著, Neural Networks Theory and Applications 신경망 이론과 응용 I·II, 하이테크 정보, 1994