



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년09월25일

(11) 등록번호 10-2864934

(24) 등록일자 2025년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/26 (2024.01) G06N 3/08 (2023.01)

G06Q 10/04 (2023.01) G06Q 50/10 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/26 (2024.01)

G06N 3/08 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2025-0069493

(22) 출원일자 2025년05월28일

심사청구일자 2025년05월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020230150219 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

국립생태원

충청남도 서천군 마서면 금강로 1210 ()

(72) 발명자

서형수

전라북도 군산시 궁포1로 79, 406-1601

권혁영

경상북도 안동시 중평길 88, 109-1306

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인로드

전체 청구항 수 : 총 5 항

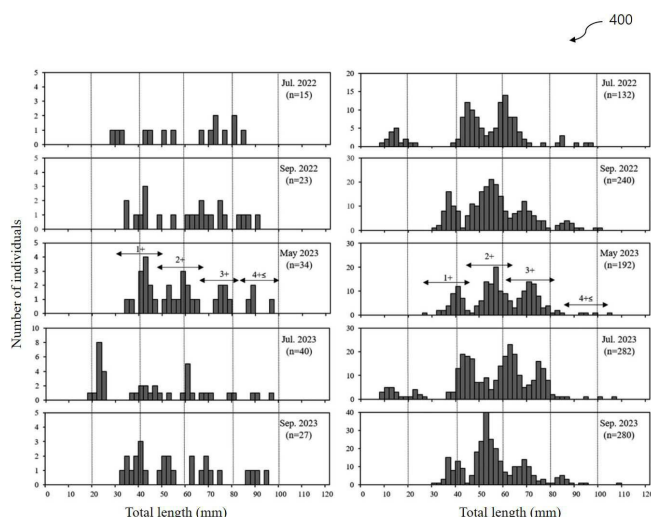
심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 어류의 개체 수와 생태 환경을 분석하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 개시는 어류의 개체 수와 생태 환경을 분석하는 시스템에 관련된 것이다. 본 개시에 따르면, 어류 서식 분석 장치는 대상 어류와 서식지의 특징에 관련된 서식 정보, 및 상기 대상 어류의 먹이 수량에 관련된 먹이 정보를 수집하고, 학습된 인공 신경망에 기초하여, 상기 서식 정보로부터 상기 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하고, 상기 서식 정보와 상기 먹이 정보로부터 상기 대상 어류와 상기 먹이의 생태 안정 정도를 지시하는 안정도 정보를 생성하고, 기존의 서식 환경에 관한 기존 안정도 정보와 상기 안정도 정보, 및 상기 서식 정보를 고려하여 기존 대비 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보를 생성하고, 상기 개체수 예측 정보와 상기 생태 변화 정보를 종합하여 어류 서식 분석 정보를 생성하고, 상기 어류 서식 분석 정보를 조사자 단말로 송신할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류	(56) 선행기술조사문헌
<i>G06Q 10/04</i> (2023.01)	KR101400946 B1
<i>G06Q 50/10</i> (2015.01)	KR1020210019729 A
(72) 발명자	KR102297195 B1
주재우	KR1020120054985 A
서울특별시 양천구 목동중앙남로 82-7, 307호	KR102392132 B1
고명훈	KR101008423 B1
서울특별시 양천구 목동중앙북로 38, 105-2502	KR102392131 B1

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	202287
과제번호	NIE-수탁연구-2022-87
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	국립생태원
연구사업명	특정지역(DMZ) 생태계 정밀조사
연구과제명	DMZ 일원 생태계 조사
과제수행기관명	국립생태원
연구기간	2022.02.01 ~ 2023.01.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	202306
과제번호	NIE-수탁연구-2023-06
부처명	환경부
과제관리(전문)기관명	국립생태원
연구사업명	특정지역(DMZ) 생태계 정밀조사
연구과제명	DMZ 일원 생태계 조사
과제수행기관명	국립생태원
연구기간	2023.02.01 ~ 2024.01.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

어류 서식 분석 장치의 동작 방법에 있어서,

대상 어류와 서식지의 특징에 관련된 서식 정보, 및 상기 대상 어류의 먹이 수량에 관련된 먹이 정보를 수집하는 단계;

학습된 인공 신경망에 기초하여, 상기 서식 정보로부터 상기 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하는 단계;

상기 서식 정보와 상기 먹이 정보로부터 상기 대상 어류와 상기 먹이의 생태 안정 정도를 지시하는 안정도 정보를 생성하는 단계;

기존의 서식 환경에 관한 기존 안정도 정보와 상기 안정도 정보, 및 상기 서식 정보를 고려하여 기존 대비 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보를 생성하는 단계;

상기 개체수 예측 정보와 상기 생태 변화 정보를 종합하여 어류 서식 분석 정보를 생성하는 단계; 및

상기 어류 서식 분석 정보를 조사자 단말로 송신하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 인공 신경망은 상기 서식 정보에서 상기 대상 어류의 서식지에 관한 환경 특징과 상기 대상 어류의 섭식에 관한 섭식 특징을 추출하고, 상기 환경 특징, 및 상기 섭식 특징 각각에 따른 연령 별 개체수 변화 백터를 이용하여 연령 별 개체수 변화량을 연산하고, 상기 연령 별 개체수 변화량을 종합하여 상기 서식 환경에서 예측되는 상기 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하도록 학습된 신경망을 포함하는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 안정도 정보를 생성하는 단계는,

상기 서식 정보에 따른 상기 대상 어류의 환경적 특징과 상기 대상 어류의 서식 조건에 관한 어류 생태 조건을 비교하여 어류 환경 안정도를 결정하는 단계;

상기 먹이 정보에 따른 상기 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량과 비율에 관한 먹이 환경 안정도를 결정하는 단계; 및

상기 어류 환경 안정도와 상기 먹이 환경 안정도를 종합하여 안정도 정보를 생성하는 단계를 포함하고,

상기 어류 환경 안정도는 기온, 수온, 수질, 먹이 상대 중요성 지수 각각의 안정 정도에 관한 백터를 지시하고,

상기 먹이 환경 안정도는 상기 피식 생물의 종류 별 안정 정도에 관한 백터를 지시하는 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 생태 변화 정보를 생성하는 단계는,

상기 서식 정보 보다 이전에 측정된 이전 서식 환경 특성을 수집하고, 상기 이전 서식 환경 특성으로부터 기존 안정도 정보를 생성하는 단계;

상기 기존 안정도 정보와 상기 안정도 정보를 비교하여, 상기 서식지의 변화의 정도와 방향에 관한 변화 정보를 생성하는 단계;

상기 서식 정보에 따른 상기 대상 어류의 환경적 특징 상기 대상 어류의 서식 안정 범위를 비교하여 개선 필요 사항에 관한 개선 정보를 생성하는 단계; 및

상기 변화 정보와 상기 개선 정보를 종합하여 생태 변화 정보를 생성하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 서식 정보에 따른 상기 대상 어류의 서식 환경 특성과 상기 먹이 정보를 고려하여, 상기 대상 어류의 서식이 가능한 지역을 지시하는 예측 서식지를 결정하는 단계; 및

상기 예측 서식지를 안내하는 예측 서식지 정보를 상기 조사자 단말로 송신하는 단계를 더 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시(disclosure)는 일반적으로 어류의 개체 수와 생태 환경을 분석하는 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 어류 생태 분석 시스템에서, 멸종위기 어류와 같은 특정 어류에 관하여 어류 서식 환경과 먹이 특성을 고려하여 어류 개체 수와 생태 환경을 분석하고, 생태 환경의 개선을 지원하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 하천 생태계는 인공이 가미되지 않은 자연적인 조건이 가장 이상적이라 할 수 있다. 그러나, 인간의 물 사용과 불가피한 하천 개발로 인하여 수질과 하천 흐름 영역이 변경되고 그 결과 어류 서식처의 여건이 변화되어 하천의 생물상에 변화를 초래하고 있다.

[0004] 하천 생태계에는 물, 각종 염류, 바위, 돌, 모래, 진흙 같은 무생물로 이루어진 서식처에 생산자, 소비자, 분해자로 구분되는 생물들이 나뉘어 살고 있다. 하천 생태계 환경은 다시 육지, 육지와 수생역의 경계역, 수생역으로 구분될 수 있으며, 육지에는 식물, 육상곤충과 조류 등이 서식하고, 수생역에는 부착조류, 수생곤충과 어류 등이 서식하며, 수생역과 육지의 경계지역에는 그 밖의 다양한 동식물이 서식한다. 이러한 다양한 생물을 위한 서식 조건의 회복은 이상적인 생태조건을 갖추기 위한 기본 조건으로 어류, 양서류, 저서생물을 포함한 수생생물이 서식할 수 있도록 각 생물들이 요구하는 서식환경을 조성하여 줌으로써 시작될 수 있다.

[0005] 하천에 서식하는 어류는 생존과 번식을 위하여 일정 범위의 서식처 환경을 필요로 한다. 하천 생태계에서 어류 서식처는 서식처 기반으로서 물 자체와 유량에 따라 형성되는 하천 바닥 및 물가 흐름 영역과 하천에 서식하는 동식물 간의 관계에 영향을 받는다. 그 중 하천 개발 및 유지관리 측면에서 중요한 관심사는 유량 측면에서의 수심, 유속조건, 수온, 탁도, 오염도 등을 포함한 수질조건, 먹이 섭취, 은신처 등의 확보를 위해 필요한 하상재료의 분포와 같은 물고기 서식처 환경에 기반을 이루는 서식처 물리적 조건이다. 자연상태의 하천이 인위적으로 변화하는 경우, 그에 따라 이러한 물리적 조건은 변화되며, 이는 곧 하천 동식물의 서식환경의 변화를 의미한다.

[0006] 하천 생태계에서 어류 서식 환경이 갖는 시간과 공간에 따른 이질성, 어종의 성장단계, 그리고 먹이 섭취와 포식 또는 상호작용 등 생태학적 서식 특성을 반영하는 서식처의 조성이 필요하다. 그러나, 어류가 생태계 내에서 지속적인 산란, 부화, 성장 등의 메커니즘을 원활히 이루어 건강한 생태계를 구성할 수 있도록 하는 조건은 인공이 가미된 하천, 연못 등에서는 해결이 쉽지 않은 문제로 자리잡고 있다.

[0007] 현재, 어류의 생태계를 분석하는 다양한 방법이 활용되고 있다. 일 예로, 환경 DNA 분석은 물, 토양 등 환경에 남아 있는 생물의 DNA를 채취하여, 해당 지역에 서식하는 어류의 종을 확인하는 방법으로서, 사람이 직접 접근

하기 어렵거나 제한된 지역에서 멸종위기 종의 서식 여부를 비침습적으로 확인할 수 있는 장점이 있어 널리 사용되고 있다. 현장 생태조사 및 표본 채집 방법은 접근이 가능한 지역에서는 전통적인 현장조사를 통해 어류를 직접 채집하고, 서식지, 먹이원, 행동과 같은 개체의 생태적 특성을 관찰하는 방법을 지시하며, 표본 채집 후에는 위 내용물 분석을 통해 섭식 습성을 파악하거나, 개체의 성장 단계, 번식 상태, 개체군 구조 등 생태적 특성을 조사할 수 있다. 그러나, 이러한 종래의 어류의 분석 방식은 조사자가 직접 표본을 채집하여 분석하는 방법에 기초하므로, 조사자의 지식과 경험에 따라 분석 결과의 내용이 상이해지는 문제가 있었다. 이에 대응하여, 어류의 서식 환경을 보다 정밀하게 분석하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

[0008] 전술한 기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본 발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지 기술을 지시하지 않는다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-2421530호(2022.07.15)
(특허문헌 0002) 등록특허공보 제10-1362996호(2014.02.20)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는 어류의 개체 수와 생태 환경을 분석하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 개시는 어류 생태 분석 시스템에서 멸종위기 어류와 같은 특정 어류에 관하여 어류 서식 환경과 먹이 특성을 고려하여 어류 개체 수와 생태 환경을 분석하고, 생태 환경의 개선을 지원하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0013] 또한, 본 개시는 어류 생태 분석 시스템에서 멸종위기와 같은 어류에 관하여, 인공 신경망에 기초하여 서식 정보와 먹이 정보로부터 종의 연령 별 개체 수를 예측하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0014] 또한, 본 개시는 어류 생태 분석 시스템에서 서식 정보와 먹이 정보를 활용하여 멸종위기 어류의 생태 안정도를 연산하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0015] 또한, 본 개시는 어류 생태 분석 시스템에서 생태 안정도를 고려하여 서식지의 생태 변화 정도와 개선 방안을 조사자에게 안내하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 어류 서식 분석 장치의 동작 방법은 대상 어류와 서식지의 특징에 관련된 서식 정보, 및 상기 대상 어류의 먹이 수량에 관련된 먹이 정보를 수집하는 단계, 학습된 인공 신경망에 기초하여, 상기 서식 정보로부터 상기 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하는 단계, 상기 서식 정보와 상기 먹이 정보로부터 상기 대상 어류와 상기 먹이의 생태 안정 정도를 지시하는 안정도 정보를 생성하는 단계, 기존의 서식 환경에 관한 기존 안정도 정보와 상기 안정도 정보, 및 상기 서식 정보를 고려하여 기존 대비 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보를 생성하는 단계, 상기 개체수 예측 정보와 상기 생태 변화 정보를 종합하여 어류 서식 분석 정보를 생성하는 단계, 및 상기 어류 서식 분석 정보를 조사자 단말로 송신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 다른 일 실시 예에 따르면, 상기 인공 신경망은 상기 서식 정보에서 상기 대상 어류의 서식지에 관한 환경 특징과 상기 대상 어류의 섭식에 관한 섭식 특징을 추출하고, 상기 환경 특징, 및 상기 섭식 특징 각각에 따른 연령 별 개체수 변화 벡터를 이용하여 연령 별 개체수 변화량을 연산하고, 상기 연령 별 개체수 변화량을 종합하여 상기 서식 환경에서 예측되는 상기 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하도록 학습된 신경망을 포함할 수 있다.

[0019] 다른 일 실시 예에 따르면, 상기 안정도 정보를 생성하는 단계는 상기 서식 정보에 따른 상기 대상 어류의 환경

적 특징과 상기 대상 어류의 서식 조건에 관한 어류 생태 조건을 비교하여 어류 환경 안정도를 결정하는 단계, 상기 먹이 정보에 따른 상기 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량과 비율에 관한 먹이 환경 안정도를 결정하는 단계, 및 상기 어류 환경 안정도와 상기 먹이 환경 안정도를 종합하여 안정도 정보를 생성하는 단계를 포함하고, 상기 어류 환경 안정도는 기온, 수온, 수질, 먹이 상대 중요성 지수 각각의 안정 정도에 관한 벡터를 지시하고, 상기 먹이 환경 안정도는 상기 피식 생물의 종류 별 안정 정도에 관한 벡터를 지시할 수 있다.

[0020] 다른 일 실시 예에 따르면, 상기 생태 변화 정보를 생성하는 단계는 상기 서식 정보 보다 이전에 측정된 이전 서식 환경 특성을 수집하고, 상기 이전 서식 환경 특성으로부터 기존 안정도 정보를 생성하는 단계, 상기 기존 안정도 정보와 상기 안정도 정보를 비교하여, 상기 서식지의 변화의 정도와 방향에 관한 변화 정보를 생성하는 단계, 상기 서식 정보에 따른 상기 대상 어류의 환경적 특징 상기 대상 어류의 서식 안정 범위를 비교하여 개선 필요 사항에 관한 개선 정보를 생성하는 단계, 및 상기 변화 정보와 상기 개선 정보를 종합하여 생태 변화 정보를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 다른 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치의 동작 방법은 상기 서식 정보에 따른 상기 대상 어류의 서식 환경 특성과 상기 먹이 정보를 고려하여, 상기 대상 어류의 서식이 가능한 지역을 지시하는 예측 서식지를 결정하는 단계, 및 상기 예측 서식지를 안내하는 예측 서식지 정보를 상기 조사자 단말로 송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 다양한 각각의 측면들 및 특징들은 첨부된 청구항들에서 정의된다. 종속 청구항들의 특징들의 조합들(combinations)은, 단지 청구항들에서 명시적으로 제시되는 것뿐만 아니라, 적절하게 독립항들의 특징들과 조합될 수 있다.

[0023] 또한, 본 개시에 기술된 임의의 하나의 실시 예(any one embodiment) 중 선택된 하나 이상의 특징들은 본 개시에 기술된 임의의 다른 실시 예 중 선택된 하나 이상의 특징들과 조합될 수 있으며, 이러한 특징들의 대안적인 조합이 본 개시에 논의된 하나 이상의 기술적 문제를 적어도 부분적으로 경감시키거나, 본 개시로부터 통상의 기술자에 의해 식별될 수 있는(discernable) 기술적 문제를 적어도 부분적으로 경감시키고, 나아가 실시 예의 특징들(embodiment features)의 이렇게 형성된 특징한 조합(combination) 또는 순열(permutation)이 통상의 기술자에 의해 양립 불가능한(incompatible) 것으로 이해되지만 않는다면, 그 조합은 가능하다.

[0024] 본 개시에 기술된 임의의 예시 구현(any described example implementation)에 있어서 둘 이상의 물리적으로 별개의 구성 요소들은 대안적으로, 그 통합이 가능하다면 단일 구성 요소로 통합될 수도 있으며, 그렇게 형성된 단일한 구성 요소에 의해 동일한 기능이 수행된다면, 그 통합은 가능하다. 반대로, 본 개시에 기술된 임의의 실시 예(any embodiment)의 단일한 구성 요소는 대안적으로, 적절한 경우, 동일한 기능을 달성하는 둘 이상의 별개의 구성 요소들로 구현될 수도 있다.

[0025] 본 발명의 특정 실시 예들(certain embodiments)의 목적은 종래 기술과 관련된 문제점 및/또는 단점들 중 적어도 하나를, 적어도 부분적으로, 해결, 완화 또는 제거하는 것에 있다. 특정 실시 예들(certain embodiments)은 후술하는 장점들 중 적어도 하나를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 효과

[0027] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 어류의 개체 수와 생태 환경을 정밀하게 분석할 수 있게 한다.

[0028] 또한, 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 어류 생태 분석 시스템에서 멸종위기 어류와 같은 특정 어류에 관하여 어류 서식 환경과 먹이 특성을 고려하여 어류 개체 수와 생태 환경을 분석하고, 생태 환경의 개선을 지원할 수 있게 한다.

[0029] 또한, 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 어류 생태 분석 시스템에서 멸종위기와 같은 어류에 관하여, 인공 신경망에 기초하여 서식 정보와 먹이 정보로부터 종의 연령 별 개체 수를 정밀하게 예측할 수 있게 한다.

[0030] 또한, 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 어류 생태 분석 시스템에서 서식 정보와 먹이 정보를 활용하여 멸종위기 어류의 생태 안정도를 연산할 수 있게 한다.

[0031] 또한, 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 어류 생태 분석 시스템에서 생태 안정도를 고려하여 서식지의 생태 변화 정도와 개선 방안을 조사자에게 안내할 수 있게 한다.

[0032] 또한, 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은 어류 생태 분석 시스템에서 조사자가 멸종위기 어류의 생태 특성을 정밀하고 용이하게 조사할 수 있게 한다.

[0033] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0035] 실시예들에 대한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함된, 첨부 도면은 다양한 실시예들을 제공하고, 상세한 설명과 함께 다양한 실시예들의 기술적 특징을 설명한다.

도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템을 도시한다.

도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 어류 서식 분석 장치의 구성을 도시한다.

도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 어류 서식 분석 정보를 생성하는 과정에 관한 모식도를 도시한다.

도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 멸종위기 어류에 관하여 특정 지역에서 확인된 연령 별 개체수를 나타내는 그래프를 도시한다.

도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 멸종위기 어류의 서식지들 별의 환경적 특징을 나타내는 결과표를 도시한다.

도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 멸종위기 어류의 서식지 선택성을 나타내는 결과표를 도시한다.

도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 서식지 내 멸종위기 어류에 관하여 상대 중요도 지수에 따른 내용물 구성의 변화와 먹이 생물의 크기의 일 예를 도시한다.

도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 멸종위기 어류의 서식지 별 먹이 선택성을 나타내는 결과표를 도시한다.

도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템에서, 어류 서식 분석 장치의 동작 방법에 관한 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 개시에서 사용되는 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0037] 이하에서 설명되는 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어적인 접근 방법을 예시로서 설명한다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 사용하는 기술을 포함하고 있으므로, 본 개시의 다양한 실시 예들이 소프트웨어 기반의 접근 방법을 제외하는 것은 아니다.

[0038] 이하 본 개시는 어류의 개체 수와 생태 환경을 분석하는 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 어류 생태 분석 시스템에서, 멸종위기 어류와 같은 특정 어류에 관하여 어류 서식 환경과 먹이 특성을 고려하여 어류 개체 수와 생태 환경을 분석하고, 생태 환경의 개선을 지원하기 위한 기술을 설명한다.

[0039] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 다양한 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나 본 개시의 기술적 사상은 다양한 형태로 변형되어 구현될 수 있으므로 본 명세서에서 설명하는 실시예들로 제한되지 않는다. 본 명세서에 개시된 실시예들을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술을 구체적으로 설명하는 것이 본 개시의 기술적 사상의 요지를 흐릴 수 있다고 판단

되는 경우 그 공지 기술에 대한 구체적인 설명을 생략한다. 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0040] 본 명세서에서 어떤 요소가 다른 요소와 "연결"되어 있다고 기술될 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우 뿐 아니라 그 중간에 다른 요소를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 어떤 요소가 다른 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 요소 외에 또 다른 요소를 배제하는 것이 아니라 또 다른 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0041] 일부 실시예들은 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 설명될 수 있다. 이러한 기능 블록들의 일부 또는 전부는 특정 기능을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 마이크로프로세서들에 의해 구현되거나, 소정의 기능을 위한 회로 구성들에 의해 구현될 수 있다. 본 개시의 기능 블록들은 다양한 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 본 개시의 기능 블록이 수행하는 기능은 복수의 기능 블록에 의해 수행되거나, 본 개시에서 복수의 기능 블록이 수행하는 기능들은 하나의 기능 블록에 의해 수행될 수도 있다. 또한, 본 개시는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다.

[0042] 또한, 본 개시에서, 특정 조건의 만족(satisfied), 충족(fulfilled) 여부를 판단하기 위해, 초과 또는 미만의 표현이 사용되었으나, 이는 일 예를 표현하기 위한 기재일 뿐 이상 또는 이하의 기재를 배제하는 것이 아니다. '이상'으로 기재된 조건은 '초과', '이하'로 기재된 조건은 '미만', '이상 및 미만'으로 기재된 조건은 '초과 및 이하'로 대체될 수 있다.

[0044] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)을 도시한다.

[0045] 어류 생태 분석 시스템(100)은 멸종위기 어류와 같은 특정한 어류의 생태 환경을 분석하는 시스템을 지시한다. 구체적으로, 어류 생태 분석 시스템(100)은 조사의 대상이 되는 대상 어류에 관하여, 대상 어류의 섭식이나 서식지와 같은 환경적 특징, 및 먹이의 특징을 고려하여 해당 서식지 내에서 어류의 개체수를 예측하고, 환경적 특징에 따른 생태 환경을 안정도를 확인하여 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보를 확인함으로써, 어류의 생태 환경에 관한 종합적인 분석 정보를 제공하는 시스템을 지시한다. 본 개시의 일 실시예에 따르면, 어류 생태 분석 시스템(100)은 조사자 단말(110), 외부 서버(130), 어류 서식 분석 장치(150), 및 네트워크(170)를 포함할 수 있다.

[0046] 조사자 단말(110)은 어류의 생태 환경을 조사하는 조사자가 운용하는 전자 장치를 지시한다. 조사자는 버들가지와 같은 멸종위기 어류에 관하여, 어류의 생태 환경에 관한 정보를 수집하고 멸종위기의 생태 현황에 관한 분석을 진행하는 자를 지시하며, 조사자 단말(110)을 이용하여 멸종위기 어류나 먹이의 특징에 관련된 정보를 입력할 수 있다. 조사자 단말(110)은 조사자의 입력에 기반하여 멸종위기 어류에 관련된 정보를 생성하고 이를 외부로 송신할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 조사자 단말(110)은 컴퓨터 장치로 구현되는 고정형 단말이거나 이동형 단말을 포함할 수 있다. 구체적으로, 조사자 단말(110)은 스마트폰(smart phone), 휴대폰, 내비게이션, 컴퓨터, 노트북, 디지털방송용 단말, PDA(personal digital assistants), PMP(portable multimedia player), 태블릿 PC를 지시할 수 있다.

[0047] 외부 서버(130)는 멸종위기 어류의 생태 분석에 필요한 데이터를 저장하는 서버 장치를 지시한다. 외부 서버(130)는 멸종위기 어류가 서식하는 서식지를 포함하여 복수의 서식지들 각각의 특징에 관한 데이터를 저장할 수 있으며, 어류 서식 분석 장치(150)의 요청에 따라 분석을 위한 정보를 제공할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 외부 서버(130)는 명령, 코드, 파일, 콘텐츠, 서비스 등을 제공하는 컴퓨터 장치 또는 복수의 컴퓨터 장치들로 구현될 수 있다.

[0048] 어류 서식 분석 장치(150)는 어류의 서식 환경을 분석하는 전자 장치를 지시한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 조사자나 운용하는 전자 장치를 지시할 수 있으며, 조사자의 요청에 따라 멸종위기 어류의 개체수를 예측하거나 서식지 환경 개선에 관련된 정보를 생성하고 이를 조사자에게 전달할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치(150)는 또한 컴퓨터 장치로 구현되는 고정형 단말이거나 이동형 단말을 포함할 수 있다.

[0049] 도 1에 도시된 바와 같이, 어류 생태 분석 시스템(100)의 구성요소들은 네트워크(170)를 통해 연결될 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 네트워크(170)는 복수의 단말 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 이러한 네트워크의 일 예에는 RF, 3GPP(3rd generation partnership project) 네트워크, LTE(long term evolution) 네트워크, 5GPP(5rd generation partnership

project) 네트워크, WIMAX(world interoperability for microwave access) 네트워크, 인터넷(internet), LAN(local area network), Wireless LAN(wireless local area network), WAN(wide area network), PAN(personal area network), 블루투스 (bluetooth) 네트워크, NFC 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(digital multimedia broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.

[0050] 어류 생태 분석 시스템(100)에 따르면, 조사자는 조사자 단말(110)을 이용하여 어류 서식 분석 장치(150)를 제어함으로써 멸종위기 어류에 관한 생태 특성을 분석할 수 있다. 여기서, 어류 서식 분석 장치(150)는 조사자 단말(110)의 요청에 기반하여 멸종위기 어류의 개체수와 환경 개선에 관련된 분석 정보를 생성하여 이를 조사자에게 제공할 수 있다. 이하에서, 어류 서식 분석 장치(150)의 구체적인 구성과 동작이 상세히 설명된다.

[0052] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 어류 서식 분석 장치(150)의 구성(200)을 도시한다.

[0053] 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 어류 서식 분석 장치(150)는 메모리(210), 프로세서(220), 통신부(230), 입출력 인터페이스(240), 및 디스플레이부(250)를 포함할 수 있다.

[0054] 메모리(210)는 어류 서식 분석 장치(150)의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장한다. 메모리(210)는 RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism)을 이용하여 메모리(210)와 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 포함할 수 있다. 실시예에 따라서, 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 통신부(230)를 통해 메모리(210)에 로딩될 수도 있다. 또한, 메모리(210)는 프로세서(220)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공할 수 있다.

[0055] 프로세서(220)는 어류 서식 분석 장치(150)의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(220)는 통신부(230)를 통해 신호가 송신 및 수신되도록 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(220)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(210) 또는 통신부(230)에 의해 프로세서(220)로 제공될 수 있다. 예를 들어 프로세서(220)는 메모리(210)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 수신되는 명령을 실행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(220)는 어류 서식 분석 장치(150)가 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0056] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 프로세서(220)는 대상 어류와 서식지의 특징에 관련된 서식 정보, 및 대상 어류의 먹이 수량에 관련된 먹이 정보를 수집하고, 학습된 인공 신경망에 기초하여, 서식 정보로부터 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하고, 서식 정보와 먹이 정보로부터 대상 어류와 먹이의 생태 안정 정도를 지시하는 안정도 정보를 생성하고, 기존의 서식 환경에 관한 기존 안정도 정보와 안정도 정보, 및 서식 정보를 고려하여 기존 대비 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보를 생성하고, 개체수 예측 정보와 생태 변화 정보를 종합하여 어류 서식 분석 정보를 생성하고, 어류 서식 분석 정보를 조사자 단말로 송신하도록 제어할 수 있다.

[0057] 또한, 프로세서(220)는 인공 신경망 모델 구조를 구현할 수 있다. 즉, 인공 신경망 모델은 프로세서(220)를 통해 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현될 수 있다. 인공 신경망은 어류와 서식지에 관한 서식 특성과 개체수 사이의 관계에 빅데이터를 이용하여 학습될 수 있다. 이러한 학습은, 예를 들어, 인공지능 모델이 적용되는 어류 서식 분석 장치(150) 자체에서 수행되거나, 별도의 학습용 서버를 통해 수행될 수도 있다. 학습 알고리즘은, 예를 들어, 지도형 학습(supervised learning), 비지도형 학습(unsupervised learning), 준지도형 학습(semi-supervised learning) 또는 강화 학습(reinforcement learning)을 포함할 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다.

[0058] 인공 신경망 모델은, 복수의 인공 신경망 레이어들을 포함할 수 있다. 인공 신경망은 DNN(deep neural network), CNN(convolutional neural network), RNN(recurrent neural network), RBM(restricted boltzmann machine), DBN(deep belief network), BRDNN(bidirectional recurrent deep neural network), 심층 Q-네트워크(deep Q-networks) 또는 중 둘 이상의 조합 중 하나일 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 인공지능 모

텔은 하드웨어 구조 이외에, 추가적으로 또는 대체적으로, 소프트웨어 구조를 포함할 수 있다.

- [0059] 본 명세서에 걸쳐, 신경망은 노드라 지칭될 수 있는 상호 연결된 계산 단위들의 집합으로 구성될 수 있다. 이러한 노드는 뉴런(neuron)들로 지칭될 수도 있다. 인공 신경망은 복수의 노드들을 포함하여 구성되며, 노드들은 하나 이상의 링크에 의해 상호 연결될 수 있다. 신경망 내에서, 링크를 통해 연결된 둘 이상의 노드들은 상대적으로 입력 노드 및 출력 노드의 관계를 형성할 수 있다. 입력 노드 및 출력 노드의 개념은 상대적인 것으로서, 하나의 노드에 대하여 출력 노드 관계에 있는 임의의 노드는 다른 노드와의 관계에서 입력 노드 관계에 있을 수 있으며, 그 역도 성립할 수 있다. 전술한 바와 같이, 입력 노드 대 출력 노드 관계는 링크를 중심으로 생성될 수 있다. 하나의 입력 노드에 하나 이상의 출력 노드가 링크를 통해 연결될 수 있다. 하나의 링크를 통해 연결된 입력 노드 및 출력 노드 관계에서, 출력 노드는 입력 노드에 입력된 데이터에 기초하여 그 값이 결정될 수 있다. 여기서, 입력 노드와 출력 노드를 상호 연결하는 노드는 가중치를 가질 수 있다. 가중치는 가변적일 수 있으며, 뉴럴 네트워크가 원하는 기능을 수행하기 위해, 사용자 또는 알고리즘에 의해 가변될 수 있다. 본 개시에 따른 인공 신경망은 대상 어류의 서식 정보로부터 서식지에 관한 환경 특징과 대상 어류의 섭식에 관한 섭식 특징을 추출하고, 환경 특징과 섭식 특징 각각에 따른 연령 별 개체수 변화 벡터를 이용하여 연령 별 개체수 변화량을 연산하고, 연령 별 개체수 변화량을 종합하여 서식 환경에서 예측되는 대상 어류의 연령 별 개체수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하여 출력하도록 학습된 모델을 지시할 수 있다.
- [0060] 통신부(230)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 통신부(230)의 전부 또는 일부는 송신부, 수신부, 송수신부로 지칭될 수 있다. 통신부(230)는 통신망을 통해 어류 서식 분석 장치(150)와 적어도 하나의 다른 노드가 서로 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치(150)의 프로세서(220)가 메모리(210)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 요청 신호를 생성한 경우, 요청 신호는 통신부(230)의 제어에 따라 통신망을 통해 적어도 하나의 다른 노드로 전달될 수 있다. 역으로, 적어도 하나의 다른 노드의 프로세서의 제어에 따라 제공되는 제어 신호나 명령, 콘텐츠, 파일 등이 통신부(230)를 통해 어류 서식 분석 장치(150)로 수신될 수 있다.
- [0061] 입출력 인터페이스(240)는 입출력 장치(미도시)와의 인터페이스를 위한 수단일 수 있다. 이때 입력 장치는 예를 들어 키보드 또는 마우스 등의 장치를, 그리고 출력 장치는 이미지를 표시하기 위한 디스플레이부 등과 같은 장치의 형태로 구비될 수 있다. 다른 예로 입출력 인터페이스(240)는 터치스크린과 같이 입력과 출력을 위한 기능이 하나로 통합된 장치와의 인터페이스를 위한 수단일 수도 있다. 구체적으로, 어류 서식 분석 장치(150)의 프로세서(220)는 메모리(210)에 로딩된 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리함에 있어서 서버가 제공하는 데이터를 이용하여 구성되는 서비스 화면이나 콘텐츠가 입출력 인터페이스(240)를 통해 디스플레이에 표시될 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 입출력 인터페이스(240)는 디스플레이부(250)와의 인터페이스를 위한 수단을 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(240)는 디스플레이부(250)에 표시된 웹 브라우징 윈도우에 대한 사용자 입력을 수신할 수 있고, 전술한 사용자 입력에 응답하여 디스플레이부(250)를 통해 출력할 출력 데이터를 프로세서(220)로부터 전달받을 수 있다.
- [0062] 디스플레이부(250)는 하나 이상의 디스플레이를 포함하는 디스플레이 모듈을 지시한다. 디스플레이부(250)에 포함된 하나 이상의 디스플레이 각각은 개별적으로 독립된 콘텐츠를 표시할 수 있고, 전술한 하나 이상의 디스플레이가 결합하여 단일 콘텐츠를 표시할 수도 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 디스플레이부(250)에 포함된 하나 이상의 디스플레이는 물리적으로 분리된 다중 디스플레이를 포함할 수 있고, 물리적으로 결합된 다중 디스플레이일 수도 있으며, 하나의 화면을 분할하여 사용할 수 있는 디스플레이일 수도 있다.
- [0063] 어류 서식 분석 장치(150)는 조사자 단말(110)이나 외부 서버(130)로부터 대상 어류에 관한 서식 특징과 대상 어류의 먹이의 특징을 수집하고, 수집된 정보를 이용하여 대상 어류의 개체수를 예측하고, 대상 어류를 보존하기 위한 환경 개선 방안을 확인함으로써, 어류 서식에 관한 분석 정보를 생성할 수 있다. 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 서식 분석 정보를 조사자에게 제공함으로써 조사자가 어류의 생태 환경을 확인하고 서식지 환경을 개선할 수 있도록 지원할 수 있다. 도 3에서, 어류 서식 분석 장치(150)가 생태 환경 분석에 관한 어류 서식 분석 정보를 생성하는 과정이 상세히 설명된다.
- [0065] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 어류 서식 분석 정보(360)를 생성하는 과정에 관한 모식도(300)를 도시한다.
- [0066] 어류 서식 분석 장치(150)는 생태 분석의 대상이 되는 대상 어류의 서식에 관련된 서식 정보(310)와 대상 어류의 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량에 관련된 먹이 정보(320)를 이용하여 어류 서식 분석 정보(360)를 생성한다. 구체적으로, 어류 서식 분석 장치(150)는 인공 신경망에 기반하여 서식 정보(310)로부터 개체수 예측 정보

(361)를 생성하고, 먹이 정보(320)와 서식 정보(310)를 이용하여 어류의 지속적 생존에 있어 생태 환경이 안정한 정도에 관한 안정도 정보(330)를 생성하고, 안정도 정보(330)와 기존 안정도 정보(350)를 종합하여 생태 변화 정보(363)를 생성할 수 있다. 이후, 어류 서식 분석 장치(150)는 개체수 예측 정보(361)와 생태 변화 정보(363)를 종합하여 어류 서식 분석 정보(360)를 생성하고 이를 조사자에게 전달함으로써, 조사자가 어류의 생태 환경을 분석할 수 있도록 지원할 수 있다.

[0067] 이를 위하여, 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 어류와 서식지의 특징에 관련된 서식 정보(310), 및 대상 어류의 먹이가 포식하는 피식 생물의 종류와 수량에 관련된 먹이 정보(320)를 수집한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 조사자 단말(110)의 요청에 따라 어류 서식 분석을 시작할 수 있으며, 외부 서버(130)에 요청하여 서식 정보(310)와 먹이 정보(320)를 수신할 수 있다.

[0068] 서식 정보(310)는 대상 어류가 서식하는 서식지에 관한 환경과 대상 어류 자체의 섭식에 관한 특징 정보를 지시할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 서식 정보(310)는 서식지의 환경 특징과 어류의 섭식 특징을 포함할 수 있으며, 환경 특징은 서식지의 기온, 고도, 하폭, 유폭, 수심, 유속, 수온, 수질, 하상의 구성을 포함할 수 있으며, 섭식 특징은 대상 어류가 포식하는 먹이의 종류와 먹이의 종류 별 비율을 포함할 수 있다.

[0069] 먹이 정보(320)는 대상 어류의 먹이가 포식하는 피식 생물의 종류 별 수량에 관한 정보를 지시할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 먹이 정보(320)는 먹이가 포식하는 피식 생물들 중에서 서식지에 존재하는 피식 생물들 각각에 대하여 종류 별 수량을 포함할 수 있다.

[0070] 어류 서식 분석 장치(150)는 학습된 인공 신경망에 기초하여, 서식 정보(310)로부터 대상 어류의 연령 별 개체수에 관한 개체수 예측 정보(361)를 생성한다. 인공 신경망은 대상 어류의 섭식 특징과 개체수 변화 사이의 어류 연령 별 상관 관계, 및 환경 특징과 개체수 변화 사이의 어류 연령 별 상관 관계를 학습한 신경망을 지시할 수 있다. 어류 서식 분석 장치(150)는 학습된 인공 신경망을 이용하여 섭식 특징과 환경 특징으로부터 대상 어류에 대하여 연령 별로 예측되는 생존 개체수를 연산하여 출력할 수 있다.

[0071] 즉, 인공 신경망은 대상 어류에 대하여 서식지에 관한 환경 특징에 따른 생존 개체수와 대상 어류의 섭식 특징에 따른 생존 개체수를 지시하는 빅데이터를 이용하여 상관 관계를 학습할 수 있다. 구체적으로, 인공 신경망은 기온, 고도, 하폭, 유폭, 수심, 유속, 수온, 수질, 하상의 구성, 대상 어류가 포식하는 먹이의 종류, 및 먹이의 종류 별 비율이 연령 별 대상 어류의 생존에 미치는 영향 정도를 학습할 수 있으며, 영향 정도를 이용하여 환경 특징과 섭식 특징의 입력에 대응하여 생존이 예상되는 개체수를 출력할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 인공 신경망은 서식 정보(310)에서 대상 어류의 서식지에 관한 환경 특징과 대상 어류의 섭식에 관한 섭식 특징을 추출하고, 환경 특징, 및 섭식 특징 각각에 따른 연령 별 개체수 변화 벡터를 이용하여 연령 별 개체수 변화량을 연산하고, 연령 별 개체수 변화량을 종합하여 서식 환경에서 예측되는 대상 어류의 연령 별 개체수에 관한 개체수 예측 정보(361)를 생성하도록 학습될 수 있다.

[0072] 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)와 먹이 정보(320)로부터 대상 어류와 먹이의 생태 안정 정도를 지시하는 안정도 정보(330)를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 개체수 예측 정보(361)를 생성한 이후에, 서식 정보(310)와 먹이 정보(320)를 종합하여 서식지 환경이 어류의 지속적 생존에 어느정도 적합한지 여부를 지시하는 안정도 정보(330)를 생성할 수 있다. 대상 어류가 생존하기 위하여는 지리적 환경 여건이 갖추어져야 하며, 대상 어류가 포식하는 먹이의 피식 생물이 풍부하여 먹이의 수량이 유지되어야 하므로, 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 어류의 서식지 자체에 대한 요인과 함께 먹이의 수량 유지를 위한 피식 생물의 안정 요인을 고려함으로써 안정 정도를 분석할 수 있다. 이를 위하여, 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 어류의 환경적 특징에 관련된 어류 환경 안정도, 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량에 관련된 먹이 환경 안정도를 연산하고 이를 종합함으로써 안정도 정보(330)를 생성할 수 있다.

[0073] 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)에 따른 대상 어류의 환경적 특징과 대상 어류의 서식 조건에 관한 어류 생태 조건을 비교하여 어류 환경 안정도를 결정한다.

[0074] 어류 서식 분석 장치(150)는 메모리(210)에 대상 어류가 생존하기 위한 환경적 여건을 지시하는 어류 생태 조건을 미리 저장할 수 있다. 구체적으로, 어류 생태 조건은 대상 어류의 생존에 관련된 최적의 환경 조건을 지시할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 생태 조건은 통계적 데이터에 따라 결정된 대상 어류의 생존에 있어 가장 적합한 서식지의 기온, 고도, 하폭, 유폭, 수심, 유속, 수온, 수질, 하상의 구성을 포함할 수 있다.

[0075] 어류 서식 분석 장치(150)는 가장 적합한 어류 생태 조건과 현재 환경 특징에서 파라미터 별로 차이를 추출함으로써 어류 환경 안정도를 연산할 수 있다. 어류 생태 조건과 환경 특징 사이의 차이가 클수록 부적합한 환경을

지시하므로, 어류 서식 분석 장치(150)는 파라미터 별 차이에 반비례하는 값을 연산함으로써 어류 환경 안정도를 결정할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 환경 안정도는 기온, 수온, 수질, 먹이 상대 중요성 지수 각각의 안정 정도에 관한 백터를 지시할 수 있다.

[0076] 어류 서식 분석 장치(150)는 먹이 정보(320)에 따른 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량과 비율에 관한 먹이 환경 안정도를 생성한다. 먹이 정보(320)는 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량이 포함되어 있으므로, 어류 서식 분석 장치(150)는 피식 생물의 종류별 비율을 연산하고, 먹이가 주로 포식하는 피식 생물의 수량과 비율 각각에 대응하는 안정도를 추출함으로써 먹이 환경 안정도를 결정할 수 있다. 이를 위하여, 어류 서식 분석 장치(150)는 피식 생물의 수량과 비율에 매칭되는 안정도 값을 지시하는 안정도 테이블을 메모리(210)에 저장할 수 있으며, 안정도 테이블에서 수집된 먹이 특성에 대응하는 값을 추출함으로써 먹이 환경 안정도를 결정할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 먹이 환경 안정도는 피식 생물의 종류 별 안정 정도에 관한 백터를 지시할 수 있다.

[0077] 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 환경 안정도와 먹이 환경 안정도가 포함된 안정도 정보를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 환경 안정도와 먹이 환경 안정도의 평균 값을 최종 안정도로 결정함으로써 안정도 정보(330)를 생성할 수 있다.

[0078] 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 서식 분석 장치(150)는 기존의 서식 환경에 관한 기존 안정도 정보(350)와 안정도 정보(330), 및 서식 정보(310)를 고려하여, 기존 대비 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보(363)를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 안정도 정보(330)를 생성한 이후에, 기존 대비 생태 환경 변화의 정도와 그에 따른 개선 방향을 확인하기 위하여, 이전에 측정된 이전 서식 환경 특성(340)을 고려하여 비교 분석할 수 있다.

[0079] 구체적으로, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310) 보다 이전에 측정된 이전 서식 환경 특성(340)을 수집하고, 이전 서식 환경 특성(340)으로부터 기존 안정도 정보(350)를 생성한다. 이전 서식 환경 특성(340)은 서식 정보(310)의 생성 시기보다 미리 설정된 기간 이전에 측정 및 수집된 정보를 지시하며, 이전에 측정된 기온, 고도, 하폭, 유폭, 수심, 유속, 수온, 수질, 하상의 구성, 및 피식 생물의 종류 별 수량을 포함할 수 있다. 또한, 어류 서식 분석 장치(150)는 안정도 정보(330)를 생성한 방법과 동일한 방법으로 기존 안정도 정보(350)를 생성할 수 있다. 즉, 어류 서식 분석 장치(150)는 이전 서식 환경 특성(340)으로부터 어류 환경 안정도와 먹이 환경 안정도를 연산 후 종합함으로써 기존 생태 환경의 안정 정도에 관한 기존 안정도 정보(350)를 생성할 수 있다.

[0080] 어류 서식 분석 장치(150)는 기존 안정도 정보(350)와 안정도 정보(330)를 비교하여, 서식지의 변화의 정도와 방향에 관한 변화 정보를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 기존 안정도 정보(350)에 따른 안정도와 안정도 정보(330)에 따른 안정도 사이의 차이를 연산함으로써, 기존 대비 생태 환경이 안정적으로 변화하였는지 여부, 및 어느 정도 변화하였는지 여부를 연산할 수 있다.

[0081] 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)에 따른 대상 어류의 환경적 특징 대상 어류의 서식 안정 범위를 비교하여 개선 필요 사항에 관한 개선 정보를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 어류의 생존을 위한 환경적 범위에 관련된 서식 안정 범위를 메모리(210)에 저장할 수 있으며, 서식 정보(310)에 따른 환경 특징에서 서식 안정 범위를 벗어난 요소를 추출함으로써 개선 필요 사항을 확인하여 개선 정보를 생성할 수 있다. 이후, 어류 서식 분석 장치(150)는 변화 정보와 개선 정보를 종합하여 생태 변화 정보(363)를 생성할 수 있다.

[0082] 어류 서식 분석 장치(150)는 개체수 예측 정보(361)와 생태 변화 정보(363)를 종합하여 어류 서식 분석 정보(360)를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 개체수 예측 정보(361)와 생태 변화 정보(363)를 모두 포함하는 어류 서식 분석 정보(360)를 생성할 수 있다. 이후, 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 서식 분석 정보(360)를 조사자 단말(110)로 송신한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 서식 분석 정보(360)를 조사자 단말(110)로 송신함으로써 조사자가 대상 어류의 예측 개체수, 및 생태 환경적 변화와 개선 사항을 확인할 수 있도록 지원할 수 있다.

[0083] 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 서식 분석 정보(360)를 생성한 이후에, 대상 어류가 존재할 것으로 추정되는 예측 서식지를 탐색하여 조사자에게 알릴 수 있다. 대상 어류는 멸종위기 어류에 해당되는 바, 알려진 서식지 외에 멸종위기 어류가 서식할 가능성이 높은 서식지를 찾는 것이 중요하다. 그에 따라, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)에 따른 대상 어류의 서식 환경 특성과 먹이 정보(320)를 고려하여, 대상 어류의 서식이 가능한 지역을 지시하는 예측 서식지를 결정할 수 있다. 즉, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식지의 환경적 특성과 먹이 특성을 고려하여 서식지와 다른 서식지들 사이의 유사도를 확인함으로써 예측 서식지를 탐색할 수 있다.

[0084] 이를 위하여, 어류 서식 분석 장치(150)는 외부 서버(130)에 요청하여 복수의 서식지들 각각의 환경 특성과 먹이 특성에 관한 비교 정보를 수집한다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 비교 정보는 복수의 서식지들 각각에 대하여 기온, 고도, 하폭, 유폍, 수심, 유속, 수온, 수질, 하상의 구성, 먹이의 종류, 및 종류 별 수량을 포함할 수 있다. 이후, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)와 먹이 정보(320)로부터 파라미터를 나열하여 서식지의 특징에 관한 대상 서식 행렬을 생성하고, 비교 정보로부터 비교 서식지들 각각에 대한 참고 서식 행렬들을 생성할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 대상 서식 행렬과 참고 서식 행렬들은 기온, 고도, 하폭, 유폍, 수심, 유속, 수온, 수질, 하상의 구성, 먹이의 종류, 및 종류 별 수량을 파라미터로 하는 행렬을 지시할 수 있다. 이후, 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 서식 행렬과 참고 서식 행렬들 사이의 유사도를 연산한다. 여기서, 유사도는 <수학식 1>에 기반하여 결정될 수 있다.

수학식 1

$$[0085] \quad env_f_k = \frac{c_k(1 + W_t - W_f)}{W_t \cdot \sum_{n=1}^{W_n} d_n(1 + U_n - V_n)^2}$$

[0086] <수학식 1>을 참고하면, env_f_k는 대상 서식 행렬과 k번 참고 서식 행렬 사이의 유사도, c는 k번 참고 서식 행렬에 대응하는 0 초과 1 미만의 가중치, W_t는 문자 파라미터의 수, W_f는 대상 서식 행렬과 k번 참고 서식 행렬 사이에서 행렬 값이 상이한 파라미터의 수, W_n은 나머지 파라미터의 수, d_n은 n번 파라미터의 중요도를 지시하는 0 초과 1 미만의 가중치, U_n은 대상 서식 행렬에서 n번 파라미터의 값, V_n은 k번 참고 서식 행렬에서 n번 파라미터의 값을 지시할 수 있다.

[0087] 어류 서식 분석 장치(150)는 참고 서식 행렬들 중에서 유사도가 가장 높은 행렬에 대응하는 서식지를 추출함으로써 예측 서식지를 결정할 수 있다. 이후, 어류 서식 분석 장치(150)는 예측 서식지를 안내하는 예측 서식지 정보를 조사자 단말(110)로 송신한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 예측 서식지를 선정한 이유와 예측 서식지의 위치를 안내하는 예측 서식지 정보를 생성하여 이를 조사자 단말(110)로 송신할 수 있다. 그에 따라, 조사자는 예측 서식지를 확인하고 이를 확인함으로써 멸종위기 어류의 존재 여부를 추가로 확인할 수 있다.

[0089] 도 4 내지 도 10은 멸종위기 어류 중 하나인 버들가지에 관한 생태 환경 조사 결과를 예시한다.

[0090] 도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 멸종위기 어류에 관하여 특정 지역에서 확인된 연령 별 개체수를 나타내는 그래프(400)를 도시한다.

[0091] 버들가지는 환경부 멸종위기 야생생물 2급으로 지정된 어류이며, 버들가지에 관한 조사는 버들가지가 서식하고 있는 강원특별자치도 고성군 현내 면의 송현천과 오소동, 및 고진동에서 이루어졌다. 또한, 도 4는 2022년 7월부터 2023년 10월까지 5회 조사한 결과이며, 각 조사별 전장 빈도 분포도를 작성하여 연령을 추정한 결과를 예시한다.

[0092] 도 4에서 좌측 그래프는 오소동의 연령 별 개체수를 지시하며, 우측 그래프는 고진동의 연령 별 개체수를 지시한다. 도 4를 참고하면, 오소동은 조사 차수별 채집 개체수가 15~40개체로 비교적 적었는데 산란이 시작되는 5월을 기준으로 전장 34~47mm는 만 1년생, 50~65mm는 만 2년생, 72~81mm는 만 3년생, 86~100mm는 만 4년생 이상으로 추정되었다. 또한, 고진동은 조사 차수별 채집 개체수가 132~282 개체로 많았으며, 산란이 시작되는 5월을 기준으로 전장 28~47 mm는 만 1년생, 48~65 mm는 만 2년생, 66~85 mm는 만 3년생, 92~105 mm는 만 4년 생 이상으로 추정되었다.

[0094] 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 멸종위기 어류의 서식지들 별의 환경적 특징을 나타내는 결과표(500)를 도시한다.

[0095] 특히, 도 5는 조사 지점으로서 버들가지의 주요 서식지에 해당하는 송현천(St. 1), 오소동(St. 2), 고진동(St. 3)의 환경적 특징을 예시한다. 도 5에서, 하천형은 Kani의 방법에 따라 구분하였으며, M은 mud로서 크기가 <0.1 mm, S는 sand로서 크기가 0.1~2 mm, G는 gravel로서 크기가 2~16 mm, P는 pebble로서 크기가 16~64 mm, C는 cobble로서 크기가 64~256 mm, B는 boulder로서 크기가 256~500 mm, R은 rock으로서 크기가 500~1000 mm, BR은 big rock으로서 크기가 >1000 mm인 경우를 예시한다.

[0096] 도 5를 참고하면, 송현천(St. 1)은 고도 36m의 낮은 중·상류 지점으로 주변에 산이 있으나 하천 주변으로는 논

과 발 등 농경지가 위치한다. 또한, 하폭은 20~30m, 유폍은 5~12m, 수심은 0.3~1.2m이며, 하천형은 상류형 타입(Aa-Bb type)이고, 하천 차수는 2차이며, 수변부는 달뿌리풀 *Phragmites japonica* Steud과 갯버들 *Salix gracilistyla* Miq. 등의 수생식물이 비교적 많았고 하상은 작은돌(cobble, 30%), 자갈(pebble, 20%), 큰돌(boulder, 15%), 왕모래(gravel, 10%), 모래(sand, 15%), 바위(rock, 5%), 펄(mud, 5%)로 구성되어 있었으며 별도의 교란 요인은 없다.

[0097] 오소동 (St. 2)은 하천 고도 265m의 상류로 비교적 높으며, 주변은 산이다. 하폭은 15~20m, 유폍은 10~15m, 수심은 0.3~1.5m였고 하천형은 계곡형 타입(Aa type)이고, 하천 차수는 2차이며, 수변부에 달뿌리풀 등의 수생식물이 일부 소규모 패치로 분포하였고 하상은 큰돌(40%), 작은돌(20%), 모래(20%), 바위(10%), 왕모래(10%)로 이루어져 있었으며, 보가 설치되어 있어 어류의 이동에 장애물로 작용하고 있다.

[0098] 고진동(St. 3)은 고도 23 m의 하천 최상류로 높으며 주변은 산이다. 하폭은 10~15m, 유폍은 5~10m, 수심은 0.3~1.5m이고, 하천형은 계곡형 타입(Aa type)이며, 하천 차수는 2차이고, 수생식물은 없었고 하상은 큰바위(big rock, 30%), 바위(30%), 큰돌(20%), 작은돌(20%)로 이루어져 있으며, 별도의 교란 요인은 없다.

[0100] 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 멸종위기 어류의 서식지 선택성을 나타내는 결과표(600)를 도시한다.

[0101] 도 6은 버들가지의 서식지 선택성으로서, 서식지 선호도를 의미할 수 있다. 개체군 별 전장은 평균 51.5~57.90mm로 나타나 개체군별 유의한 차이는 없었으며, 평균 전장은 52.4 ± 14.50 mm이다. 달뿌리풀이나 갯버들 등의 수생 식물에 서식하는 비율은 송현천이 45.2%로 가장 높았고 오소동이 7.1%, 고진동은 매우 낮았으며 전체 수생식물의 피도는 29.9%이다. 수심은 송현천 51.7 ± 12.43 cm, 오소동 34.5 ± 17.54 cm, 고진동 65.6 ± 9.86 cm로 나타나 분포지역별 모두 유의한 차이를 보였다. 유속은 송현천 9.9 ± 8.04 cm/sec, 오소동 8.8 ± 8.95 cm/sec, 고진동 6.2 ± 3.05 cm/sec로 나타나 공통적으로 유속이 느린 곳에 서식하였으며, 고진동과 송현천은 유의한 차이를 보였으나 고진동과 오소동, 송현천과 오소동은 유의미한 차이를 보이지 않았다. 하상입자 크기도 송현천 16.2 ± 18.67 cm, 오소동 60.8 ± 16.68 cm, 고진동 101.5 ± 27.83 cm로 나타나 분포지역별 모두 유의한 차이를 보였으며, 개체군별로 서식 하상입자 구성을 보면 송현천은 작은돌 52.0%, 모래 14.6%, 펄 10.7%, 큰돌 8.9%, 바위 7.1% 등의 순으로 나타나 돌의 비율이 가장 높았고 오소동은 큰돌 92.9%, 모래 7.1%로 큰돌이 높았으며 고진동은 큰바위 60.9%, 바위 38.3%, 큰돌 0.8%순으로 나타나 큰바위가 가장 높았다.

[0102] 연령별 서식지 선호도는 Fig. 4와 같이 나타났다 수심은当年생은 52.6 ± 10.4 cm, 1년생은 57.1 ± 12.5 cm, 2년생은 53.7 ± 14.7 cm, 3년생 이상은 58.7 ± 27.0 cm로 나타나,当年생과 1년생은 약간의 차이를 보였으나, 그 외에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 유속은当年생이 7.8 ± 5.75 cm/sec, 1년생은 8.7 ± 6.94 cm/sec, 2년생은 10.1 ± 8.84 cm/sec, 3년생 이상은 8.7 ± 8.72 cm/sec로 나타나 공통적으로 유속은 빠르지 않았으며,当年생과 1년생에 약간의 차이가 있을 뿐 유의한 차이가 없었다. 하상입자 크기는当年생이 28.7 ± 36.3 cm, 1년생은 54.4 ± 47.5 cm, 2년생은 33.2 ± 37.1 cm, 3년생 이상은 53.6 ± 46.6 cm로 나타나 연령이 높아지면서 하상 크기가 커지는 경향을 보였고当年생과 1년생, 1년생과 2년생은 큰 차이를 보였으나,当年생과 2년생, 1년생과 3년생 이상, 2년생과 3년생 이상은 유의한 차이를 보이지 않았다.

[0104] 도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 서식지 내 멸종위기 어류에 관하여 상대 중요도 지수에 따른 내용물 구성의 변화와 먹이 생물의 크기의 일 예(700)를 도시한다.

[0105] 구체적으로, 도 7은 오소동 분석 결과에 관하여 성장에 따른 먹이 조성과 크기 변화가 예시된다. 성장에 따른 먹이조성은 연령별로 상대중요성지수로 계산하여 비교하였으며, 만 1년생은 날도래목(96.4%), 강도래목(2.8%), 하루살이목(0.4%), 선형동물문(0.4%) 등으로 날도래목이 매우 높았다. 만 2년생은 날도래목 (69.8%), 하루살이목(20.2%), 딱정벌레목(8.6%), 선형동물문(1.4%), 벌목(0.9%) 등으로 나타났으며 날도래목과 하루살이목이 높았다. 만 3년생은 날도래목(76.9%), 하루살이목(13.1%), 십각목(5.8%), 강도래목(1.9%), 딱정벌레목(1.5%), 파리목(0.8%) 등의 순으로 나타나 날도래목과 하루살이목이 높았다. 따라서 만 1년생은 날도래목이 매우 높은 비율을 보이거나 성장함에 따라 날도래목의 비율이 낮아진 반면 하루살이목과 딱정벌레목 등의 비율이 증가하는 것으로 나타났다. 먹이 크기는 만 1년생의 개체가 3.1 ± 1.95 (2.3~9.7)mm로 가장 작았으나 만 2년생 5.6 ± 2.25 (1.7~9.1)mm, 만 3년생 8.6 ± 3.97 (2.7~19.3)mm로 나타나 성장함에 따라 평균 먹이 크기 및 범위가 급격히 커짐이 확인된다.

[0106] 오소동에 관한 분석의 경우 채집된 만 1년생, 만 2년생, 만 3년생 이상으로 구분하여 연령별로 5개체씩을 대상으로 하였으며, 연령별 먹이, 생물의 수와 부피, 출현 빈도, 상대 중요성 지수(IRI)가 조사되었다. 먹이 생물의

개체수는 만 1년생 30개체, 만 2년생 20개체, 만 3년생 22개체로 모두 72개체였다. 먹이생물 수는 곤충강(Insecta)의 날도래목(Trichoptera) 52개체 (72.2%), 하루살이목(Ephemeroptera) 10개체(13.9%), 딱정벌레목(Coleoptera) 3개체(4.2%), 강도래목(Plecoptera) 2개체(2.8%), 파리목(Diptera) 1개체(1.4%), 벌목(Hymenoptera) 1개체(1.4%), 선형동물문(Nematoda) 2개체(2.8%), 연갑강(Malacostraca)의 십각목(Decapoda) 1개체(1.4%) 등이 나타났다 이 중 날도래목은 애우묵날도래과(Apataniidae)의 애우묵날도래류 Apatania spp.가 26개체(36.1%)로 가장 많았고 네모집날도래과(Lepidostomatidae)의 네모집날도래류 Lepidostoma spp. 3개체(4.2%), 가시날도래과 (Goeridae)의 그물가시날도래 Goera parvula 2개체(2.8%), 갯날도래과 (Polycentropodidae)의 갯날도래류 Plectrocnemia sp. 1개체(1.4%), 광택날도래과(Glossosomatidae)의 광택날도래류 Glossosoma sp. 1개체(1.4%), 미동정 19개체(26.4%)가 확인 되었다. 루살이목은 꼬마하루살이과(Baetidae) 7개체(9.7%), 알락하루살이과 (Ephemerellidae)의 민하루살이 Cincticostella levanidovae 1개체(1.4%), 미동정 1개체(1.4%), 하루살이과(Ephemeridae)에서 1개체(1.4%)가 출현하였다. 딱정벌레목은 3개체(4.2%), 강도래목은 강도래과에서 2개체(2.8%), 파리목은 깔따구과(Chironomidae) 1개체(1.4%), 벌목은 개미과(Formicidae) 1개체 (1.4%)가 출현하였다 그 외에 선형동물문은 2개체(2.8%), 연갑강은 십각목, 가재과(Cambaroididae) 가재 Cambaroides similis 1개체가 확인되었다.

[0107] 먹이생물의 부피는 날도래목(47.8%), 하루살이목(19.3%), 십각목(18.9%), 강도래목(6.8%), 딱정벌레목(6.7%), 벌목(0.4%), 파리목(0.09%), 선형동물문(0.03%) 등의 순으로 나타났으며, 날도래목이 가장 높았다. 출현빈도는 날도래목(80.0%), 하루살이목(40.0%), 딱정벌레목(20.0%), 강도래목(13.3%), 선형동물문(13.3%), 벌목(6.7%), 십각목(6.7%), 파리목(6.7%) 순으로 나타나 날도래목이 가장 높았다. 먹이의 수 무게 출현빈도를 반영하여 계산하는 상대 중요성 지수는 날도래목(83.7%), 하루살이목 (11.6%), 딱정벌레목(1.9%), 십각목(1.1%), 강도래목(1.1%) 등의순이었으며, 그 외 분류군은 1% 미만이었다.

[0109] 도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 멸종위기 어류의 서식지 별 먹이 선택성을 나타내는 결과표(800)를 도시한다.

[0110] 도 8은 송현천, 오소동, 고진동 각각에 대한 먹이 선택성을 예시한다. 도 8을 참고하면,

[0111] 오소동의 위내용물 비율은 날도래목(72.2%), 하루살이목(13.9%), 딱정벌레목(4.2%), 강도래목(2.8%) 순으로, 환경 먹이 생물 비율은 하루살이목 (71.2%), 파리목(12.4%), 날도래목(11.0%), 강도래목 (3.1%) 순으로 나타나, 먹이 선택성 지수는 선형동물문과 날도래목 딱정벌레목은 양의 선택성을 하루살이목과 파리목, 강도래목, 잠자리목은 음의 선택성을 보였다.

[0112] 고진동의 위내용물 비율은 선형동물문(34.3%), 날도래목(21.3%), 파리목(19.4%), 하루살이목(9.3%), 잠자리목(5.6%), 딱정벌레목(5.6%) 순으로, 환경 먹이 생물 비율은 하루살이목(73.7%), 파리목(10.9%), 날도래목(8.2%), 잠자리목(6.1%) 순으로 나타나, 먹이 선택성 지수는 선형동물문과 딱정벌레목 날도래목 파리목이 양의 선택성을 하루살이목과 강도래목, 잠자리목은 음의 선택성을 보였다.

[0113] 멸종위기 어류인 버들가지에 관하여, 송현천, 오소동, 고진동 별 서식지 선택성과 섭식을 비교하기 위하여 2022년 7월부터 2023년 10월까지 조사를 실시하였다. 개체군별 전장 빈도 분포도로 연령을 추정된 결과 대체로 28~47 mm는 만 1년생, 48~65 mm는 만 2년생, 66~85 mm는 만 3년생, 86~105 mm는 만 4년생 이상으로 추정되어 비교적 유사하였다. 개체군별로 서식지 선택성을 조사한 결과, 유속은 느린 곳(6.2~9.9 cm/sec)에 서식하였으나 수생식물 피도와 수심, 하상은 큰 차이를 보였다. 송현천의 경우 수생식물 피도(42.2%)가 높고 수심은 중간이며(평균 51.7±12.43 cm) 하상은 주로 작은돌(cobble)에 서식하였다(평균 입자크기 16.2±18.67 cm). 오소동의 경우 수생식물의 피도가 낮고(7.1%) 수심은 낮으며(34.5±17.54 cm) 하상은 주로 큰돌(boulder)이었으며(60.8±16.68 cm), 고진동은 수생식물 피도가 매우 낮고 수심은 깊으며(65.6±9.86 cm) 하상은 주로 큰바위(big rock)와 바위(rock)에서 서식하였다 (101.5±27.83 cm). 섭식을 상대 중요성 지수로 분석한 결과 송현천은 날도래목 46.6%, 하루살이목 27.6%, 파리목 12.6%, 잠자리목 9.7% 순으로, 오소동은 날도래목 83.7%, 하루살이목 11.6% 순으로 고진동은 파리목 37.6%, 선형동물문 23.6%, 날도래목 24.4% 순으로 나타났다. 따라서 공통적으로 날도래목과 하루살이목, 파리목이 중요한 먹이었으나 개체군별로 중요 분류군과 분류군 비율에서는 큰 차이를 보였다.

[0115] 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 어류 생태 분석 시스템(100)에서, 어류 서식 분석 장치의 동작 방법에 관한 흐름도(900)를 도시한다.

[0116] 도 9를 참고하면 단계(901)에서, 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 어류와 서식지의 특징에 관련된 서식 정보

(310), 및 대상 어류의 먹이 수량에 관련된 먹이 정보(320)를 수집한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 조사자 단말(110)의 요청에 기반하여 어류 서식 생태 분석을 진행할 수 있으며, 조사자 단말(110)과 외부 서버(130) 중 적어도 하나로부터 서식 정보(310)와 먹이 정보(320)를 수신할 수 있다.

[0117] 단계(903)에서, 어류 서식 분석 장치(150)는 학습된 인공 신경망에 기초하여, 서식 정보(310)로부터 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보(361)를 생성한다.

[0118] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치(150)는 인공 신경망을 구동할 수 있으며, 인공 신경망은 서식 정보(310)에서 대상 어류의 서식지에 관한 환경 특징과 대상 어류의 섭식에 관한 섭식 특징을 추출하고, 환경 특징, 및 섭식 특징 각각에 따른 연령 별 개체수 변화 벡터를 이용하여 연령 별 개체수 변화량을 연산하고, 연령 별 개체수 변화량을 종합하여 서식 환경에서 예측되는 대상 어류의 연령 별 개체 수에 관한 개체수 예측 정보를 생성하도록 학습된 신경망을 포함할 수 있다.

[0119] 단계(905)에서, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)와 먹이 정보(320)로부터 대상 어류와 먹이의 생태 안정 정도를 지시하는 안정도 정보(330)를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 생태 환경이 지속적으로 또한 안정적으로 유지 가능한지 여부를 확인하기 위하여 안정도 정보(330)를 생성할 수 있다.

[0120] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)에 따른 대상 어류의 환경적 특징과 대상 어류의 서식 조건에 관한 어류 생태 조건을 비교하여 어류 환경 안정도를 결정하고, 먹이 정보에 따른 먹이의 피식 생물의 종류 별 수량과 비율에 관한 먹이 환경 안정도를 결정하고, 어류 환경 안정도와 먹이 환경 안정도를 종합하여 안정도 정보를 생성할 수 있다. 여기서, 어류 환경 안정도는 기온, 수온, 수질, 먹이 상대 중요성 지수 각각의 안정 정도에 관한 벡터를 지시하고, 먹이 환경 안정도는 피식 생물의 종류 별 안정 정도에 관한 벡터를 지시할 수 있다.

[0121] 단계(907)에서, 어류 서식 분석 장치(150)는 기존의 서식 환경에 관한 기존 안정도 정보(350)와 안정도 정보(330), 및 서식 정보(310)를 고려하여 기존 대비 생태 환경의 변화와 개선에 관련된 생태 변화 정보(363)를 생성한다.

[0122] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310) 보다 이전에 측정된 이전 서식 환경 특성(340)을 수집하고, 이전 서식 환경 특성(340)으로부터 기존 안정도 정보(350)를 생성하고, 기존 안정도 정보(350)와 안정도 정보(330)를 비교하여, 서식지의 변화의 정도와 방향에 관한 변화 정보를 생성하고, 서식 정보(310)에 따른 대상 어류의 환경적 특징 대상 어류의 서식 안정 범위를 비교하여 개선 필요 사항에 관한 개선 정보를 생성하고, 변화 정보와 개선 정보를 종합하여 생태 변화 정보(363)를 생성할 수 있다.

[0123] 단계(909)에서, 어류 서식 분석 장치(150)는 개체수 예측 정보(361)와 생태 변화 정보(363)를 종합하여 어류 서식 분석 정보(360)를 생성한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 개체수 예측 정보(361)와 생태 변화 정보(363)가 모두 포함된 어류 서식 분석 정보(360)를 생성할 수 있다.

[0124] 단계(911)에서, 어류 서식 분석 장치(150)는 어류 서식 분석 정보(360)를 조사자 단말(110)로 송신한다. 어류 서식 분석 장치(150)는 생성된 어류 서식 분석 정보(360)를 조사자 단말(110)에 송신함으로써 조사자가 어류의 서식을 분석할 수 있도록 지원할 수 있다.

[0125] 어류 서식 분석 장치(150)는 대상 어류가 존재할 만한 예측 서식지를 확인할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 어류 서식 분석 장치(150)는 서식 정보(310)에 따른 대상 어류의 서식 환경 특성과 먹이 정보(320)를 고려하여, 대상 어류의 서식이 가능한 지역을 지시하는 예측 서식지를 결정하고, 예측 서식지를 안내하는 예측 서식지 정보를 조사자 단말(110)로 송신할 수 있다.

[0126] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다. 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 매체에 기록될 수 있으며, 하드웨어와 결합되어 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0127] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.

[0128] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리 (random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(read only memory, ROM), 전기적 삭제가능 프로그램가 능 롬(electrically erasable programmable read only memory, EEPROM), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 콤팩트 디스크 롬(compact disc-ROM, CD-ROM), 디지털 다목적 디스크(digital versatile discs, DVDs) 또는 다른 형태의 광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수 개 포함될 수도 있다.

[0129] 또한, 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(local area network), WAN(wide area network), 또는 SAN(storage area network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.

[0130] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

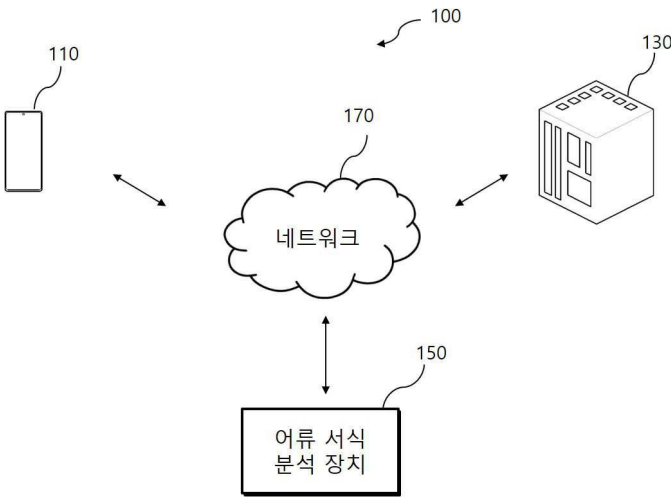
[0131] 한편 본 개시의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 개시의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

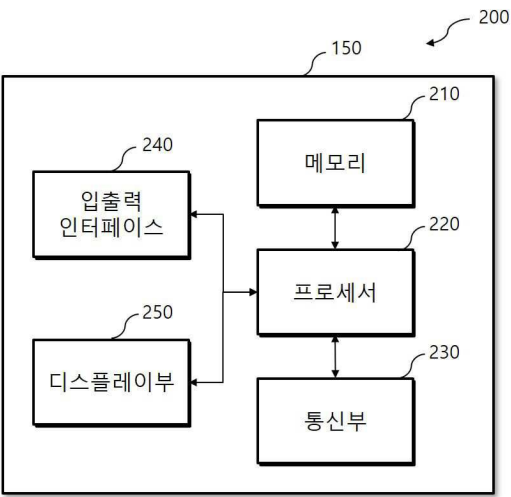
[0133]	110	조사자 단말	130	외부 서버
	150	어류 서식 분석 장치	170	네트워크
	210	메모리	220	프로세서
	230	통신부	240	입출력 인터페이스
	250	디스플레이부	310	서식 정보
	320	먹이 정보	330	안정도 정보
	340	이전 서식 환경 특성	350	기존 안정도 정보
	360	어류 서식 분석 정보	361	개체수 예측 정보
	363	생태 변화 정보		

도면

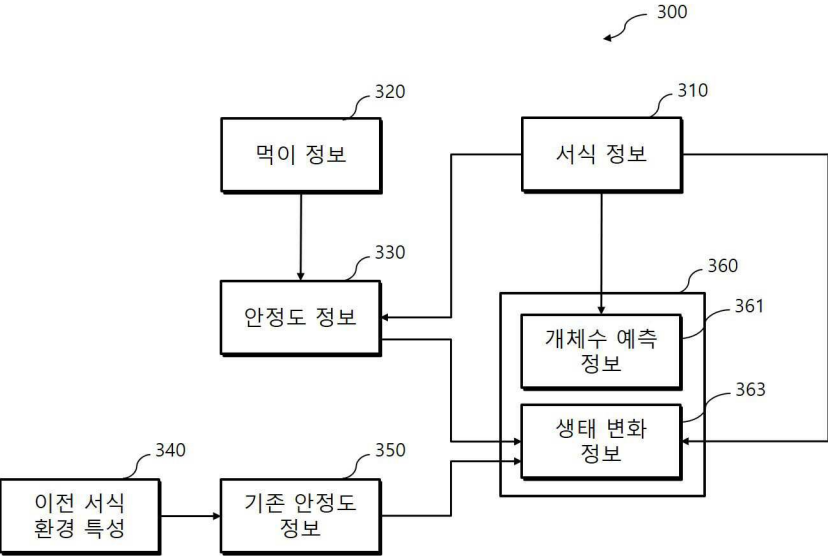
도면1



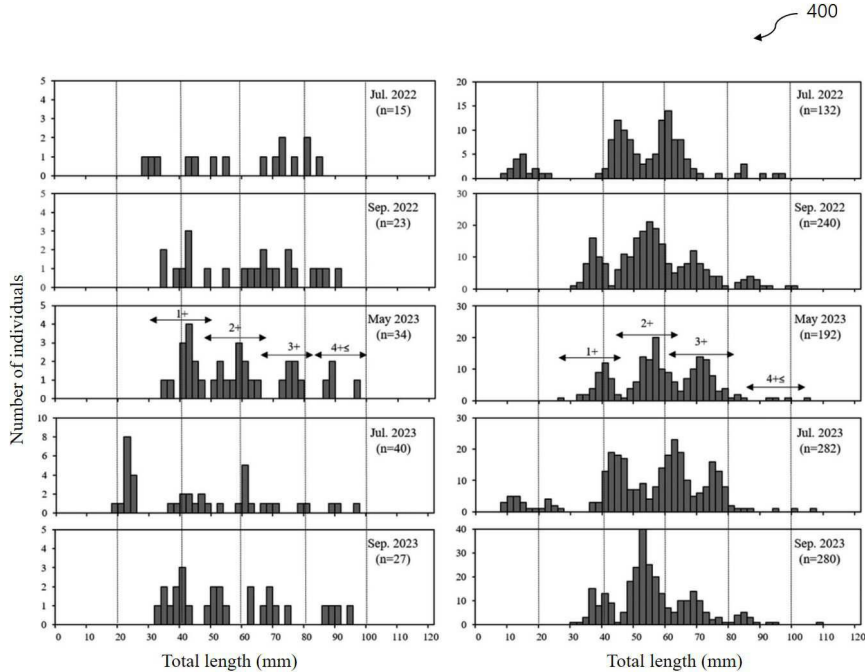
도면2



도면3



도면4



도면5

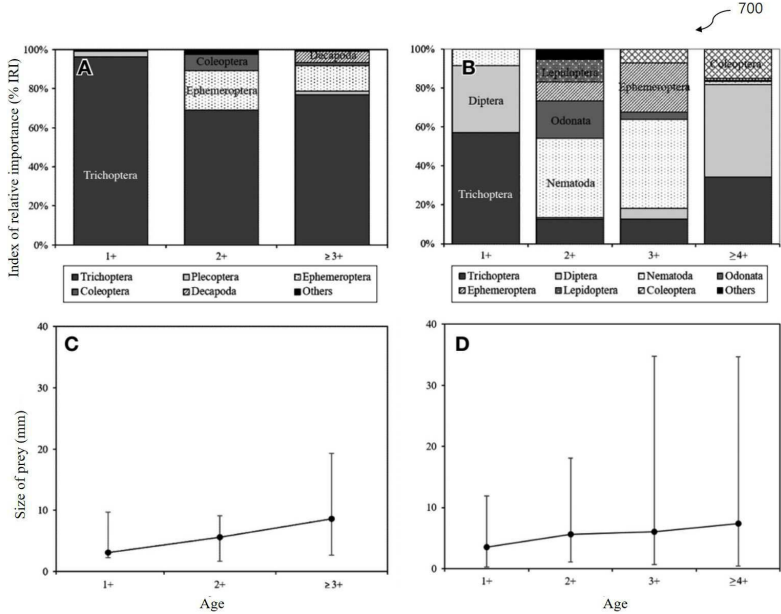
St.	River width (m)	Water width (m)	Water depth (m)	Altitude (m)	River types*	Stream order	Bottom substratum (%)**								Etc***
							M	S	G	P	C	B	R	BR	
1	20~30	5~12	0.3~1.2	36	Aa-Bb	2	5	15	10	20	30	15	5		
2	15~20	10~15	0.3~1.5	265	Aa	2		20	10		20	40	10		W
3	10~15	5~10	0.3~1.5	423	Aa	2					20	20	30	30	

도면6

600

Populations	Total length (mm)	Cover of aquatic plant (%)	Water depth (cm)	Water velocity (cm/sec)	Bottom size (cm)
Songhyeoncheon (St. 1, n= 281)	51.5 ± 15.70	45.20	51.7 ± 12.43	9.9 ± 8.04	16.2 ± 18.67
Osodong (St. 2, n= 14)	57.9 ± 19.90	7.14	34.5 ± 17.54	8.8 ± 8.95	60.8 ± 16.68
Gojindong (St. 3, n= 133)	53.6 ± 16.60	0.00	65.6 ± 9.86	6.2 ± 3.05	101.5 ± 27.83
Average (n= 429)	52.4 ± 14.50	29.91	55.5 ± 14.02	8.7 ± 7.12	44.1 ± 45.03

도면7



도면8

800

Prey organisms	Songhyeoncheon (Kwon <i>et al.</i> , 2024)			Osodong (Present study)			Gojindong (Present study)		
	ri* (%)	pi** (%)	E***	ri (%)	pi (%)	E	ri (%)	pi (%)	E
Trichoptera	35.2	7.3	0.66	72.2	11.0	0.74	21.3	8.2	0.44
Ephemeroptera	30.7	50.0	-0.24	13.9	71.2	-0.67	9.3	73.7	-0.78
Diptera	19.3	21.5	-0.05	1.4	12.4	-0.80	19.4	10.9	0.28
Plecoptera	5.7	0.7	0.78	2.8	3.1	-0.05	0	0.3	-1.00
Odonata	4.5	5.9	-0.13	0.0	1.0	-1.00	5.6	6.1	-0.05
Coleoptera	3.4	0.7	0.66	4.2	0.7	0.71	5.6	0.0	1.00
Nematoda				2.8	0.0	1.00	34.3	0.0	1.00
Others	1.2	13.9	-	2.7	0.5	-	4.5	0.7	-
Total	100.0	100.0	-	100.0	100.0	-	100.0	100.0	-

도면9

