

위치정보 기반 멸종위기종 서식지 관리시스템 개발

김선집^{1*}, 김상협²

¹한세대학교 IT학부 교수, ²(주)청담엔지니어링 이사

Developing an Endangered Species Habitat Management System based on Location Information

Sun-Jib Kim^{1*}, Sang-hyup Kim²

¹Professor, Division of Information Technology, Hansei University

²Director, Cheungdam Engineering Co., Ltd.

요약 국내 멸종위기 양서류의 연구현황은 1980년대부터 2000년대 초반까지 종의 생활사(Life-Cycle) 및 분포현황을 주로 연구했으며, 2000년대 중반부터 최근까지 서식지 보전, 복원 등에 초점을 맞춰 연구가 진행되고 있다. 국내에서 위치정보를 이용한 생물종 정보를 제공하는 웹 서비스는 환경부 산하 국립생물자원관에서 운영하는 사이트가 있으나 표본을 채집한 지역만을 표시한 것으로 멸종위기종에 대한 정보 및 일반 생물종의 정보 또한 매우 빈약한 것으로 확인되었다. 본 연구를 위해 문헌조사와 현지조사를 병행하여 멸종위기종인 맹꽁이의 위치정보 DB를 확보하였고 IT 기술 중 신기술과 IT의 비전공자도 쉽게 접할 수 있는 오픈 기반 플랫폼기술을 적용하여 시스템을 구축하였다. 구축한 시스템은 관리자 기능과 사용자 기능으로 나뉘어 사용자의 회원가입을 통한 인증 절차를 통해 무분별한 정보 공유를 방지하였다. 구축된 시스템은 위치 권한을 받아 현 위치와 맹꽁이 위치의 거리를 나타내게 하였으며, 멸종위기종인 맹꽁이의 생태특성을 고려하여, 위치 기준 반경 500m를 표시하여 서식범위를 알 수 있게 하였다. 구축한 시스템은 법률제도에 접목하여 기존 보호지역 등의 변경, 신규 선정 등에 활용할 수 있을 것으로 기대되고, 개발계획 수립 시 자연환경의 검토에 활용하여 실용성 있는 저감방안을 도출할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 구축된 시스템은 입력되는 정보를 수정하면 매우 다양한 멸종위기종에 적용할 수 있는 장점이 있다.

주제어 : GPS 위치기반, 멸종위기종, 맹꽁이 서식지

Abstract The research status of endangered amphibians in Korea was mainly studied the life-cycle and distribution status of species from the 1980s to the early 2000s. Although a relatively diverse range of studies have been conducted on mackerels, studies on habitat prediction, analysis, change and management are insufficient. WEB, which provides biota information using location information in Korea, is a site operated by the National Bio Resource Center under the Ministry of Environment, but there is no information on endangered species and general species information has also been found to be very scantily. For this research, we secured a database of location information of Narrow-mouth frog, an endangered species, by combining literature and field research, and established a system by applying new technologies and open-based platform technologies that can be easily accessed by non-technical personnel of IT among IT technologies. The system was divided into administrator functions and user functions to prevent indiscriminate sharing of information through authentication procedures through user membership of users. The established system was authorized to show the distance between the current location and the location of the Narrow-mouth frog. Considering the ecological characteristics of the Narrow-mouth frog, which is an endangered species, a radius of 500m was marked to determine the habitat range. The system is expected to be applied to the legal system to change existing protected areas, etc. and to select new ones. It is estimated that practical reduction measures can be derived by utilizing the development plan for reviewing the natural environment. In addition, the deployed system has the advantage of being able to apply to a wide variety of endangered species by modifying the information entered.

Key Words : GPS Location-Based Web, Endangered Species, *Kaloula borealis* Habitat

*교신저자 : 김선집(kimsj@hansei.ac.kr)

접수일 2020년 7월 22일 수정일 2020년 8월 25일 심사완료일 2020년 9월 11일

1. 서론

1.1 연구의 배경

2000년대 초반부터 기후변화와 더불어 물리적 환경의 변화, 급격한 도시화에 따른 야생생물의 생물서식지 감소가 빠르게 진행되고 있어 환경 분야의 큰 문제점으로 인식하고 있으며, 이에 따라 우리나라를 포함하여 많은 국가에서 생물종을 하나의 자원으로 인식하고 생물자원 확보와 보호에 많은 노력을 기울이고 있다[1].

우리나라는 종 보호의 중요성을 강조하고 있지만, 서식지에 대한 관리정책은 아직까진 미흡한 부분이 있는 것이 사실이다. 법정보호지역(국립공원이나 습지보호구역 등)으로 지정된 경우 비교적 관리가 되고 있으나, 이를 제외한 일반지역에서 번식하는 종은 개발사업, 사유지에서의 임의훼손 등으로 보호받지 못하고 있다. 특히 개발이 진행되는 지역이 주요 서식지일 경우 야생동물의 생존에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 정밀한 조사를 통해 서식지의 분석과 관리방안 수립이 요구된다[2].

1.2 연구의 목적

세계자연보전연맹(IUCN : International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)에서 양서류는 기후변화에 의해 멸종될 확률이 가장 높은 생물군으로 규정한 바 있다. 세계자연보전연맹의 기준으로는 맹꽁이의 개체군이 안정된 것으로 간주하여 관심대상종(LC : Least-Concern species)으로 분류하였으나, 우리나라에서는 개체수가 30% 이상 감소하였고, 서식지가 급속도로 파괴되고 있어, 개체군이 안정된 상태를 유지하지 못하고 있는 것으로 평가되었다[3].

현재 멸종위기종 위치 정보는 일부 관계기관(국립생태원, 국립생물자원관 등)에서 관리가 이루어지고 있고 위성위치측정시스템(GPS : Global Positioning System)을 이용해 포유류, 조류 등의 일부 분류군에서 연구가 진행되고 있다. 하지만, 대부분 이동 경로만을 확인하는 것에 국한되어 있는 실정이다.

위치 정보를 활용한 모든 서비스를 뜻하는 LBS(Location Based Service)는 예측하지 못할 만큼 폭 넓은 곳에서 활용되고 있다. 초기엔 군사적 목적으로 사용되기 시작하였으나 교통, 관광 등 매우 많은 곳에서 활용되고 있으며, 최근에는 스마트폰의 보급이 대중화되며 그 사용 범위가 더 넓어졌다. 하지만, 생물종에 접목된 부분은 매우 일부 분야에서만 실행되고 있으며, 야생생물은 이동성이 있어 개

체에 부착 혹은 삽입의 형식으로 정보를 획득하는 방법론적 한계에 따라 연구 성과가 미흡하다. 이러한 상황에서 이동성이 크지 않고 생태적 지위(Niche)에 따라 중요한 지표인 양서류의 간략한 위치정보만으로 보호, 관리를 할 수 있는 연구의 필요성이 대두되고 있다.

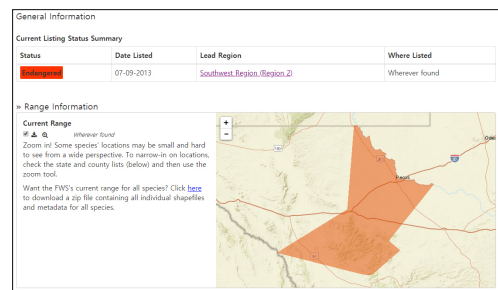
지속적인 산업화와 도시화로 인하여 생물종의 서식지가 훼손되고, 관리의 필요성이 있는 멸종위기종(맹꽁이)의 경우 생태적 특성으로 인해 이동경로상의 예측 불확실성으로 인하여 서식지에 대한 관리가 요구됨에 따라 4차 산업혁명기술을 환경분야에도 접목하여 GPS 정보를 활용한 서식지 정보를 알 수 있는 시스템 개발이 필요하다. 이에 본 논문에서는 멸종위기종 중 맹꽁이에 대해 GPS 기반 서식지 관리 시스템을 구현함으로써 생물종 관리에 기존의 수기식 방식에서 IT기술을 융합함으로써 그 활용 가능성을 살펴보고자 한다.

2. 국내·외 사례

2.1 국외 현황

국외에서 멸종위기종 조사 및 관리 서비스를 제공하는 국가는 미국, 캐나다, 호주, 영국, 일본 등이 있다.

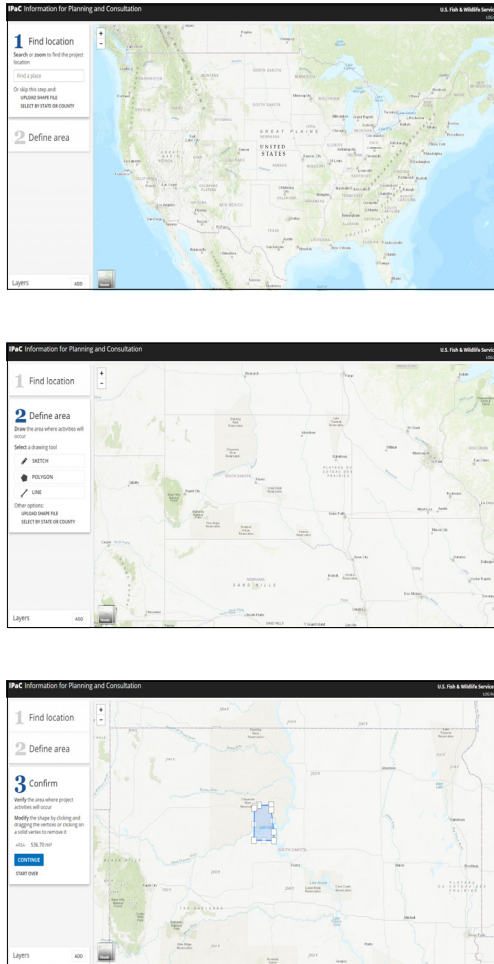
이 중 위치정보를 이용한 멸종위기종 정보를 제공하는 시스템 [Fig. 1]과 [Fig. 4]는 각각 미국과 일본의 대표적인 정보제공 서비스이다[4,5].



[Fig. 1] U. S. Fish & Wildlife Service

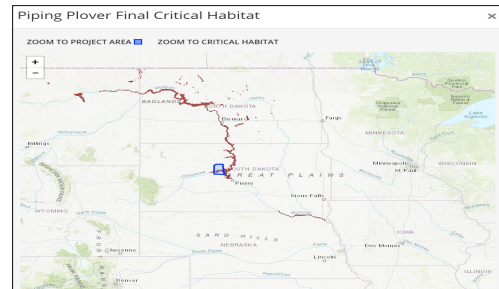
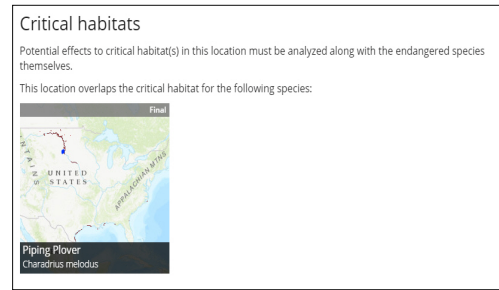
미국의 경우 시스템을 통해 지역에 서식하는 것으로 알려진 멸종위기종의 정보를 확인하여 종 상태평가(SSAs : Species Status Assessments), 중요 서식지 공간 범위 설정(Critical Habitat Spatial Extents), 보존 계획(Conservation Plans)등을 연계하여 멸종위기종을 관리하고 있다. 또한, [Fig. 2]와 같이 IPaC(Information for Planning and Consultation)라는 웹 서비스를 활

용 통합 정보 서비스를 제공하고 있다[6]. IPaC의 메인 화면에서는 대상 지역과 위치의 면적을 설정할 수 있으며, 대상 지역을 설정하면 축적된 DB를 통해 설정한 지역에서 영향을 받을 수 있는 멸종위기종이 리스트화 되며, 설정한 지역 주변에 위치한 중요 서식지 정보가 [Fig. 3]과 같이 표시된다.



[Fig. 2] IPaC WEB

이러한 웹 서비스를 통해 서식지 보전계획(HCPs : Habitat Conservation Plans)을 수립하고 데이터의 가용성, 사용 및 분석을 포함한 심층 연구를 진행하고 있다.



[Fig. 3] IPaC WEB Critical habitats

일본의 경우 우리나라의 국립생태원과 같은 생물다양성 센터(생물 다양성 센터)에서 자연환경조사를 포함하여 멸종위기종을 관리하고 있다. [Fig. 4]와 같이 미국과 달리 체계적인 멸종위기종 관리체계는 구축되어 있지 않으며, 전국단위 조사를 통한 DB를 구축하여 WEB에 조사 범위 단위로 표시하는 서비스를 제공하고 있는 수준이다.



[Fig. 4] The Biodiversity Center of Japan

국외의 IT기반 시스템을 활용한 멸종위기종 관리의 일부 국가에서 제공하고 있으나 미국을 제외한 다른 국가에서는 간략한 정보만 제공하고 있다. 하지만, 미국의 IPaC를 포함한 기타 국외 멸종위기종의 위치정보를 이용한 분포현황, 서식지 분석 등은 미흡한 실정이다.

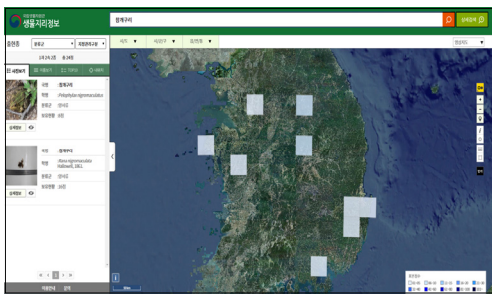
2.2 국내 현황

국내에서 위치정보를 이용한 생물종 정보를 제공하는 시스템은 [Fig 5]와 같이 환경부 산하 국립생물자원관에서 운영하는 생물지리정보 사이트가 있다. 하지만, 멸종 위기종에 대한 정보가 전무한 실정이며, 일반 생물종의 정보 또한 DB의 양이 매우 빈약한 것으로 확인된다[7].

과거서부터 수년간의 전국자연환경조사와 수많은 연구 등을 통해 멸종위기종의 정보가 축적 되었음에도 불구하고 시스템에서의 정보는 확인할 수 없었다. 이는 사이트 관리주체인 국립생물자원관에서 표본을 채집한 지역만을 표시한 것으로 국내 멸종위기종 관련 시스템에 한계를 보여주고 있다.

식물의 경우 국립수목원의 국가생물종지식정보시스템에서 표본 DB를 근거로 우리나라 지도에 식물 채집지를 표시하는 서비스를 제공하고 있으나 단순성, 낮은 해상도 등으로 인해 학술적 용도로 사용하기에 부족함이 있다 [8]. 한국과학기술산립원(2003)은 국내 생물자원을 산업적 이용을 위한 생물 다양성 정보를 DB화, 네트워크화 할 수 있는 운영체계를 확립하고자 어류, 고등식물, 곤충, 유전자 등 다양한 생물자원 DB 구축을 위한 마스터 플랜 (Master Plan)을 수립하였다.

또한, IT기반 환경생태계 모니터링 핵심기술 개발의 시급성을 강조하였고 방대한 원시데이터(Source Data) 들을 효율적으로 검색과 관리 및 공유를 위한 정보 시스템인 메타데이터 시스템(Metadata System) 구축을 필수적 요소로 꼽을 수 있다[9].



[Fig. 5] Biological Geography Information

3. 연구방법

3.1 서식지 분포현황 조사

멸종위기종(맹꽁이) 서식지 현황을 확인하기 위해 문헌조사 및 현장조사를 병행하였다.

문헌조사는 환경부의 제3, 4차 전국자연환경조사, 환경부의 환경영향평가정보지원시스템(EIASS), 과학기술정보통신부의 국가자연사연구종합정보시스템(NARIS), 국립생태원의 국제생태종합은행 생태정보 포털서비스(EcoBank)의 자료를 활용하여 출현정보를 추출하여 분포현황을 파악하였다[10-13].

현장조사는 2014년 05월부터 2019년 09월까지 「환경영향평가법」에 따른 개발사업의 계획대상지, 개발지, 모니터링 지역과 과거 맹꽁이가 서식이 확인되었고 현재 까지 보전되어 있으나 향후 개발 압력이 존재하는 지역을 포함한 총 14개 지역을 대상으로 정성조사를 수행하였다. 맹꽁이의 생태적 특성을 고려하여 장마철(6~8월) 야간에 집중적으로 조사를 실시하였고, 강우 후 습도 약 70%이상일 경우 주간 조사를 병행하였다.

3.2 위치정보 시스템 개발 환경

본 연구를 위해 사용된 프로그램 개발 도구는 <Table. 1>과 같이 현재 IT 기술 중 신기술과 IT의 비전공자도 쉽게 접할 수 있는 오픈 기반 플랫폼기술을 활용 적용하였다. 맹꽁이 데이터에 대한 관리를 위해 서버 개발이 필요하였으며, 이에 서버를 작동시키는 운영체제(OS : Operating System)의 경우 Ubuntu를 사용하였다. 개발 환경에 사용된 시스템은 일반적인 사양으로 향후 확대 적용 가능할 수 있도록 범용적인 시스템을 선택하였다.

<Table 1> System Development Environment

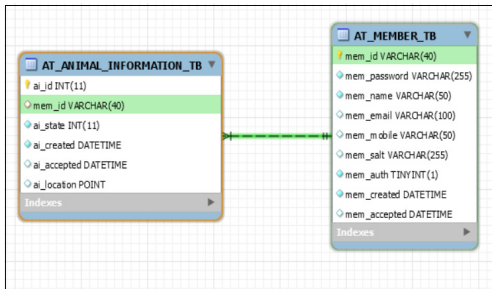
Domain			note
Program	Platform	Node.js 8.11.4	
	Language	Javascript, Android java, jQuery, HTML, CSS	
	DataBase	MariaDB 10.1.38	
specification	OS	CentOS 7.4	
	CPU	ryzen 5	
	RAM	4G * 2	
user terminal	PC	Window 8 and above	
coordinate system	GPS	WGS84	

또한, 데이터베이스가 구축된 서버에 접속하여 해당 정보를 쉽게 접근할 수 있도록, 서비스를 제공함으로써 IT 비전공자인 일반 사용자들도 쉽게 접근할 수 있는 편의성을 제공하고자 하였다. 시스템의 좌표계는 구글맵의 위도, 경도체계인 WGS84 타원체를 이용하였다.

3.3 데이터베이스(DB) 설계

멸종위기종인 맹꽁이에 관한 데이터를 관리하기 위해 기본적으로 동물 정보를 관리할 수 있는 'AT_ANIMAL_INFORMATION_TB' 테이블을 생성한다. 이는 동물에 대한 정보를 관리하는 테이블로 본 연구를 위해 조사한 자료를 기반으로 맹꽁이 서식지를 표시하였으며, 향후 맹꽁이 서식지의 종합적인 위치기반의 추적기반 데이터를 관리하기 위한 관점으로 반경 500m을 표시할 수 있는 데이터 관리를 위해 정의하였다.

또한, 일반 조사자들과의 정보 교류를 위해 허가된 조사자들을 관리할 수 있는 'AT_MEMBER_TB'을 구성하여 본 연구에서 제시하고 구현한 프로그램을 공유할 수 있도록 테이블을 구성하였다. 본 연구에서 설계한 2개의 메인 데이터베이스 테이블의 관계는 [Fig. 6]과 같다.

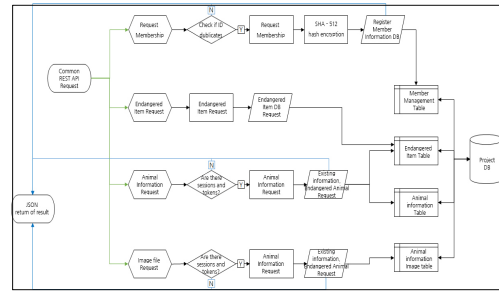


[Fig. 6] Data Base ERD

3.4 Node.js기반 REST API서버 구축

멸종위기종인 맹꽁이의 데이터베이스를 내포하고 조사자 또는 이용자가 웹서비스를 통한 기존 데이터 정보의 검색 또는 새로운 맹꽁이 정보에 대한 업로드 및 관리를 수행하는 서버 시스템 구축을 위해 필요한 기능에 대한 프로그램의 순서 흐름도는 [Fig. 7]과 같다.

프로그램 순서 흐름도에서 보듯 기능은 크게 2가지로 정의할 수 있다. '회원관리'와 '동물정보 관리'이다. 그러나 프로그램을 간단하게 개발함에 따라 일반 이용자 또는 조사자 입장에서의 프로그램 측면과 본 시스템을 관리하고 관련 데이터베이스를 통제 관리하기 위해 관리자 입장에서의 기능을 상세하게 나열하고 구현하였다. 좀 더 편리하고 활용성이 높은 프로그램을 구현함으로써 본 연구에서 제시하고 있는 맹꽁이의 서식지 관리에 적합한 프로그램을 개발할 수 있을 것으로 판단하여 서버의 주요 기능을 <Table 2>와 같이 사용자 기능과 관리자 기능으로 양분하여 구현하였다.



[Fig. 7] System Deployment Flow Diagram

<Table 2> Main Functions

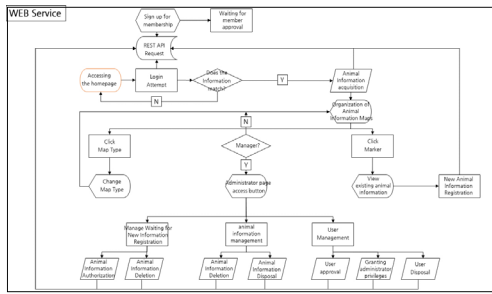
Domain	Functions	
User	membership	Sign up by reflecting personal information
	Log In Session Management	Login request, enable passport for session management, check login status
	get information	Get animal information from DB
	update information	Update new animal information in DB
Administ rator	user management	Provide Investigator Information, Change Status
	Animal Information Management	Animal information awaiting registration Animal information to be approved, discarded, or deleted

3.5 웹 기반 서비스 구성 및 구축

본 연구에서 제시한 동물정보의 데이터베이스에 접근하여 관련 정보를 사용 및 관리하기 위해 웹 서비스기반 방법을 고려한다. 이에 필요한 기능은 <Table. 3>의 내용으로 정리하였으며 프로그램 개발을 위해 [Fig. 8]과 같이 프로그램 순서도를 설계하였다.

<Table 3> System Services

Domain	Functions	
User	Loading Google Maps and requesting basic information	Request REST API via Ajax on Animal Information JavaScript Processing result values in Ajax Result JavaScript Object Note (JSON) format
	Upload New Animal Information	transmission information check Handling and Refreshing Protection with AJAX
Admini-s trator	Manage views when menu changes	
	Display selection function when selecting each menu item	
	animal information management function	
	Water Information Management Functions Waiting for Registration	
User (user, investigator) information management capabilities		



[Fig. 8] WEB-based Service Program Flowchart

4. 결과 및 고찰

위치정보를 기반으로 시스템을 활용하기 위해 시스템에 접속할 수 있는 웹 페이지를 구축하였다.

우선적으로 회원가입 후 승인을 거치도록 하였고 위치정보를 기반으로 설정되어 위치권한 허용을 요구토록 하였다.

문헌 및 현지조사로 축적한 맹꽂이의 위치정보를 시스템에 표기하였다. 맹꽂이는 평상시 생활하는 장소와 번식기 번식장소가 다른 것으로 알려져 있고 이 거리는 약 500m 내·외로 알려져 있다[14-16]. 이에 따라, [Fig. 9]와 같이 맹꽂이 확인 위치를 기준으로 반경 500m을 표시하였으며, 현재 위치와 맹꽂이의 분포 위치를 직선거리로 표시하여 주변 서식 현황을 알 수 있는 기능도 구축하였다. 또한, 간단한 조작(좌 클릭)을 통해 신규 위치정보를 등록 할 수 있도록 설정하였다.



[Fig. 9] Distribution status of *Kaloula borealis*

구축한 시스템은 법률제도에 접목하여 기존 보호지역 등의 변경, 신규 선정 등에 활용할 수 있을 것으로 기대되고, 개발계획 수립 시 자연환경의 검토에 활용하여 실용성 있는 저감방안을 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구를 통해 구축한 시스템은 멸종위기종 정보를

보유한 민간단체(NGO 등)와 환경부 산하 기관과의 연계를 통한 폭넓은 DB공유가 요구된다. 축적되는 위치정보의 DB가 많을수록 시스템의 활용이 수월할 것으로 사료된다. 또한, 구축된 시스템은 입력되는 정보를 수정하면 매우 다양한 멸종위기종에 적용할 수 있는 장점이 있다. 현재는 맹꽂이로 한정되어 코드를 사용하여 이동성이 큰 맹금류에 적용할 수는 없지만 유사한 생활을 하는 멸종위기종 수원청개구리, 금개구리에 쉽게 적용할 수 있다. 또한, 시스템의 특성상 사용이 매우 편리하여 스마트폰 어플리케이션(Smart phone Application)과 연계 개발을 하면 사용자가 보다 편리하게 사용 가능할 것이다.

REFERENCES

- [1] H.J.Cho, D.H.Kim, M.S.Shin, T.H.Kang and M.W.Lee, "Predicting the Goshawk's Habitat Area using Species Distribution Modeling: Case Study Area Chungcheongbuk-do, South Korea," Korean J. Environ. Ecol. Vol.29, No.3 pp.333-343, 2015.
- [2] H.J.Cho, "Potential Habitat Analysis and Preservation Guide Lines for Korean Endangered Raptorial by Applying Species Distribution Model, MaxEnt: Focused on Goshawk, Eagleowl, Tawnyowl," A Sub-Ph.D. Dissertation in the Department of Landscape Studies at Chonbuk National, 2015.
- [3] National Institute of Biological Resources (NIBR), "Red Data Book of Endangered Amphibians and Reptiles in Korea," Red Data Book 2, pp.25-27, 2010.
- [4] U.S. Fish & Wildlife Service, Endangered Species[Internet], <https://www.fws.gov/endangered/index.html>
- [5] Biodiversity Center of Japan[Internet], <http://www.biodic.go.jp>
- [6] IPaC(Information for Planning and Consultation)[Internet], <https://ecos.fws.gov/ipac/location/index>
- [7] National Institute of Biological Resources[Internet], <https://species.nibr.go.kr/geo/html/index.do>
- [8] G.Y.Choi, "A Simple Way for Web Visualization of Plant Collecting Location," Korean Herb. Med. Inf., Vol.3, No.2, pp.27-32, 2015.
- [9] Ministry of Environment, "Development of Integrated Network Management System on Ecological Informations," 2017.
- [10] Ministry of Environment Digital Library[Internet], <http://library.me.go.kr>
- [11] Environmental Impact Assessment Information Support System[Internet], <https://www.eiass.go.kr/>
- [12] National Natural History Research Information System[Internet], <https://www.naris.go.kr>

- [13] International Bank for Ecological Information Portal Service[Internet], <http://ecobank.nie.re.kr>
- [14] J.C.Kim, "A Study on Habitat Improvement for Narrow-mouth frog(*Kaloula borealis*) in-situ Conservation, A master's thesis," Department of Landscape Architecture Graduate School University of Seoul, 2010.
- [15] National Institute of Biological Resources, "Final Report on the Post-Evaluation of Research on the Precision Ecology of Endangered amphibians and reptiles and the Growth Restoration Project," National Institute of Biological Resources, 2012.
- [16] R.D.Semlitsch and J.R.Bodie, "Biological Criteria for Buffer Zones around Wetlands and Riparian Habitats for Amphibians and Reptiles," *Conservation Biology*, Vol.17, No.5, pp.1219-1228, 2003.

김 선 집(Sun-Jib Kim)

[정회원]



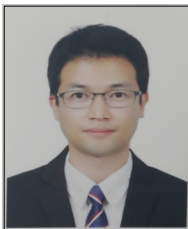
- 2001년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2010년 2월 : 한세대학교 IT학과 (공학박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 한세대학교 IT학부 ICT 융합학과 교수

〈관심분야〉

정보보안, 사물인터넷, 클라우드, 환경시스템

김 상 협(Sang-hyup Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 상지대학교 일반대학원 생명과학과(이학석사)
- 2020년 2월 : 한세대학교 일반학원 ICT환경공과 (공학박사)
- 2019년 10월 ~ 현재 : (주)청담엔지니어링 이사

〈관심분야〉

생명과학, ICT, 사물인터넷