

## 스마트폰을 이용한 유러닝 곤충관찰학습에 있어서 유사곤충 추론검색기법의 사용자 만족도 분석

전 응 섭\*

### User Satisfaction Analysis on Similarity-based Inference Insect Search Method in u-Learning Insect Observation using Smart Phone

Eung Sup Jun\*

#### 요 약

본 논문에서는 곤충 종의 외관구조인 머리, 몸통, 날개, 다리에 대한 관찰자의 일반적이고 수평적인 관찰특성에 따라 자유롭게 곤충 종을 관찰함으로써 관찰 곤충 검색엔진에서의 사용자 만족도 제고와 보다 효율적인 관찰학습의 방법을 제안한다. 자연생태 환경에서 초보 학습자의 효율적인 관찰검색과 효과적 학습을 위해서는 생물학적 분류체계가 아닌 곤충 종의 외관구조 즉, 외부 신체구조의 모양과 특성 중심의 곤충관찰 기반의 검색(Insect Search by Observation based on Insect Appearance: ISOIA)이 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 곤충의 외관구조인 머리, 몸통, 날개, 다리에 대한 관찰자의 일반적인 관찰 방법에 따른 ISOIA 검색 방식을 제안하고, 기존의 ISBC와 ISOBC 검색체계에 대한 사용 만족도를 비교 분석하여 본 논문에서 제안하는 ISOIA 검색 방안이 우수함을 보이고자 한다.

▶ Keywords : 곤충검색, 생물학적 분류체계 검색, 곤충 관찰기반 검색, 사용 만족도

#### Abstract

In this study, we proposed a new model with ISOIA (Insect Search by Observation based on Insect Appearance) method based on observation by insect appearance to improve user satisfaction, and compared it with the ISBC and ISOBC methods. In order to test these three insect search systems with AHP method, we derived three evaluation criteria for user satisfaction and three

•제1저자 : 전응섭

•투고일 : 2013. 12. 24, 심사일 : 2014. 01. 06, 게재확정일 : 2014. 01. 16.

\* 인덕대학교 컴퓨터소프트웨어과(Dept. of Computer Software, Induk University)

\* 본 연구는 인덕대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행되었음.

sub-evaluation criteria by evaluation criterion. In the ecological environment, non-experts need insect search systems to identify insect species and to get u-Learning contents related to the insects. To assist the public the non-experts, ISBC (Insect Search by Biological Classification) method based on biological classification to search insects and ISOBC (Insect Search by Observation based on Biological Classification) method based on the inference that identifies the observed insect through observation according to biological classification have been provided. In the test results, we found the order of priorities was ISOIA, ISOBC, and ISBC. It shows that the ISOIA system proposed in this study is superior in usage and quality compared with the previous insect search systems.

▶ Keywords : Insect Search Systems, User Satisfaction, AHP method, ISOIA, ISOBC, ISBC

## I. 서 론

야외에서의 관찰학습자는 언제, 어느 곳에서도 자연 상태에서 발견된 곤충 종을 식별하고, 그에 관련된 전문 학습 콘텐츠를 u-Learning 시스템으로부터 얻게 된다. 곤충관찰 학습과 관련된 e-Learning / u-Learning 시스템은 학습자의 곤충 종에 관한 지식의 정도에 따라 관련 콘텐츠를 제공함으로써 학습자가 전문 곤충도감 및 관련 서적 없이도 전문 지식을 활용 가능하게 한다. 이와 같은 경우에, 콘텐츠의 사용이 용이하고, 학습효과를 극대화 하기 위해서는 해당 곤충 종을 식별하기 위한 곤충 종의 검색이 매우 중요한 역할을 수행한다.

현재 대부분의 곤충관련 웹사이트나 제공되는 콘텐츠에서는 생물학적 분류체계(Insect Search by Biological Classification: ISBC)인 목-과-종 순의 단계적 검색으로 관련 지식을 제공하고 있다[1][2-17].

특히, 국내에 서식하는 곤충 종을 검색하는데 있어서, 곤충 전문가 위주의 검색체계 하에서는 일반 사용자들이 31개의 목, 143개의 과, 1,417개의 곤충 종 수[2][18]를 모두 탐색하여 해당 곤충 종을 찾기에는 검색 효율성의 한계와 학습의 효과성 등에 관한 여러 문제가 제기된다.

이를 보완하기 위한 검색 알고리즘으로 곤충 종 추천방식에 의한 검색방법(Insect Search by Observation based on Biological Classification: ISOBC)이 제시되었다[2][18]. 이 접근방법은 곤충 종에 대해 비전문가인 학습자의 관점에서 해당 곤충의 주요 신체적 특성을 생물학적인 분류체계에 따라

해당 곤충 종을 관찰하여 검색하는 체계이다. 이 방법에서는 곤충의 외관구조에 대해 학습자가 인식한 주요 관찰특성들을 입력하고, 입력된 정보는 시스템이 추천하는 유사도에 기반하여 수직적 분류체계로 곤충 종을 검색하게 된다.

그러나 이러한 접근방법에서는 주요 관찰특성들이 생물학적 분류체계인 목-과-종 순의 흐름으로 되어 있어, 초보 학습자에게는 야외에서의 관찰 효과성이 문제점으로 제기된다. 즉, 기존의 곤충 생물학적 분류체계에 의한 접근법 보다는 검색의 효율성 측면에서는 우수하나, 자연상태 환경에서 효과적 관찰 학습을 위해서는 생물학적 분류체계 보다는 곤충 종의 외관구조인 머리, 몸통, 날개, 다리의 모양과 특성 중심의 곤충관찰 기반의 검색(Insect Search by Observation based on Insect Appearance: ISOIA)이 필요하다. 여기서는 곤충 종의 외관구조인 머리, 몸통, 날개, 다리에 관하여 관찰자의 일반적이고 수평적인 관찰특성에 따라 자유롭게 곤충 종을 관찰함으로써 보다 효과적인 관찰학습이 가능하게 된다.

본 연구에서는 곤충의 외관구조인 머리, 몸통, 날개, 다리에 대한 관찰자의 일반적인 관찰 방법에 따른 ISOIA 검색 방식을 제안하고, 기존의 ISBC와 ISOBC 검색체계에 대한 사용자 만족도를 비교 분석하여 본 논문에서 제안하는 ISOIA 검색 방안이 우수함을 보이고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 곤충검색 관련 문헌을 리뷰하고, 3장에서 곤충의 외관 구조에 따른 관찰정보 기반 곤충검색 체계를 설명한다. 4장에서 본 연구에서 제안하는 ISOIA 방안과 현재 서비스되고 있는 ISBC, ISOBC 방안들에 대한 사용자 만족도를 AHP (Analytical Hierarchy Process) 기반으로 비교 평가한다. 5장에서 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

## II. 곤충검색 관련 문헌연구

### 1. 곤충 종 검색 시스템

u-Learning 기반의 생태학습 콘텐츠 개발에 관한 최근 연구로 U-EREMS(Providing Contents of Eco-Resources and Education Management System based on U-Learning)를 들 수 있다[1]. 이 연구에서는 유러닝 기반의 생태자원 교육 관리 시스템을 개발하고, 생태환경 교육에서 실제적으로 활용될 수 있는 기본 인프라 웹서버 시스템을 구축 지원하고 있다. 또한, 환경 체험학습의 대상인 곤충 종을 중심으로 곤충의 전문적 지식과 정보를 웹과 앱으로 제공함으로써 언제 어디서든 초·중·고 학생 및 일반인들이 스스로 환경 지킴이의 역할을 할 수 있도록 지원한다.

U-EREMS와 같이 E-learning/U-learning 시스템에서는 콘텐츠 기능의 효율적인 제공이 중요하다. 전세계적으로 생물 중에 관련된 웹사이트[3-17]에서, 많은 다양한 곤충 종들에 대한 콘텐츠를 제공하는데, 일반 학습자들이 특정 곤충 종에 대한 정보를 얻기 위해서는 해당 곤충 종에 대한 학명 또는 이름을 알아야 관련 콘텐츠를 얻을 수가 있다. 여기서 중요한 점은 아무리 좋은 콘텐츠라도 해당 곤충의 생물학적 분류체계와 이것을 찾아 갈 수 있는 검색시스템이 효과적으로 제공 되어야만 필요한 정보와 지식을 얻게 된다는 점이다. 특히, 자연 생태환경에서 곤충을 검색하는 데에는 해당 곤충의 생물학적 특성에 관한 곤충모양과 색상, 생활특성 등 곤충의 외관적 모습들을 관찰함으로써 해당 곤충 명을 알게 된다.

따라서 일반 관찰자 입장에서 보면, 이러한 관찰 정보로부터 곤충 종을 식별할 수 있는 곤충검색 방법과 시스템 환경 제공은 전문가의 생물학적 지식 분류체계에 의한 검색 방법보다 더 사용자 친화적일 것이다. 이러한 연구들은 산림자원의 보호관점에서 나무해충 식별을 효과적으로 수행하도록 인간의 경험에 의한 전문가 시스템 구축 등이 연구되었는데, 특히 곤충의 특징과 산림의 특징을 통해 삼림 해충의 식별을 위한 인공 지능적 접근법을 이용하여 조기피해를 방지하기 위한 병해충의 식별과 분석을 수행하였다 [19-24].

한편, 기존의 생물학적 분류체계 방식을 극복하기 위하여 곤충 종 인식을 위한 추론검색 관련 연구가 발표 되었으나 [18], 일괄 관찰에 의한 사용자의 입력 및 검색범위의 한계를 가지고 있다.

최근의 곤충생물학적 분류체계와 검색시스템에 관련된 연

구 논문으로는 Jun et.al. 2010이 있다[2][18]. 이들은 스마트폰 기반의 유러닝 곤충관찰 학습에 필요한 S-EREMS(U-EREMS based on Smart Phone)를 개발하고 곤충 지식이 부족한 비전문가인 학생들이나 일반인들이 야외에서 발견한 곤충 종들을 손쉽게 검색할 수 있도록 목-과-종별 순차적 검색에 의한 곤충 종 검색 알고리즘을 제시했다 [18]. 목-과-종별 순차적 검색은 ISBC 방식과 곤충의 외형 관찰에 의한 ISOBC 방식이 있다. ISBC 방식은 생물학자들의 전문가적 지식에 의한 분류체계에 따른 곤충 종 목록을 Top-down 방식으로 검색해 가는 방식이다. 이는 비전문가적 입장에서 볼 때 시간 소모적인 많은 노력을 요구한다. 이에 반하여, ISOBC 방식은 목-과-종별로 곤충 종의 주요 외형의 관찰특성을 중심으로 추론방식에 의해 검색함으로써, 곤충분류학적 지식이 없는 일반인들이나 학생들이 비교적 용이하게 사용할 수 있는 반면, 목-과-종별로 따른 순차적 외형특성 중심으로 관찰해야 하는 단점이 있다.

본 연구에서는 이를 해결하기 위해 보다 효과적인 검색 방법으로 관찰 곤충의 외관구조를 중심으로 주요 특성을 파악하여 검색하는 ISOIA 방식을 제시한다.

### 2. 검색 시스템의 사용자 만족도 평가기준

본 연구에서는 다양한 검색방법들의 효과성을 비교 측정하기 위해 관련 주요 연구로부터 평가기준을 도출하였다. e-Learning 만족도 요인분석에 관한 Isik(2006) 연구에서는 가치인식(Computer Self-efficacy with Perceived Value), 품질인식 및 사용성인식(Perceived Quality and Perceived Usability)등이 온라인 시스템의 사용자 만족도에 긍정적 영향을 미치는 것으로 제시했다[25]. Stacie Petter and William Delone et. al.,[27]의 연구에서는 IS(Information System) 성공의 주요 요인들을 정성적으로 분석하여 IS 성공(Success) 모델인 D&M모델을 개발하였다. 이 모델에서는 사용자 만족도에 시스템품질(System Quality), 정보품질(Information Quality), 서비스품질(Service Quality), 사용용이성(Intention to Use), 유익성(Net Benefits) 요인들이 긍정적인 영향을 미치는 것으로 제시했다[25][26].

본 연구에서는 Delone & McLean(2003)이 정의한 IS 성공 모델 중 3개의 주요 요인들인 시스템품질(System Quality), 정보품질(Information Quality), 서비스품질(Service Quality)를 채택하여, 전반적 검색시스템 품질, 검색과정 및 절차, 검색결과와 정보의 품질로 평가항목을 정의하였고, 사용의 용이성(Intention to Use)과 사용자 만족도

(User Satisfaction) 관점에서 각각 3개씩 9개의 하부 항목으로 분류하여 평가점수를 부여하도록 하였다[25-27]. 또한 이 평가 모델에서는 Isik[25-26]가 제시한 온라인상에서 사용하는 이러닝 콘텐츠에 대한 사용자의 만족도 평가모델을 반영하여, 사용성(Perceived Usability), 품질성(Perceived Quality), 가치성(Perceived Value), 자기주도 학습능력(Computer Self-efficacy)의 특성요인들을 각 3개의 세부 항목으로 구분하여 평가기준을 정하였다.

### III. 곤충의 외관 구조에 따른 관찰정보 기반 곤충검색 체계

#### 1. 곤충의 주요 외형적 특성

곤충의 외관구조는 크게 머리, 몸통, 날개, 다리로 구성된다. 머리는 입의 특성, 머리 모양, 뿔의 유무, 더듬이 길이, 더듬이 모양의 관찰 특성으로 구성되며, 몸통은 몸통 모양, 허리 모양, 등 무늬, 몸통 색상, 몸통 무늬, 꼬리 유무의 관찰 특성으로 구성된다. 날개는 날개 노출 여부, 날개 접는 모양, 날개 투명도, 날개 무늬, 날개 색상의 관찰 특성으로 구성되며, 다리는 앞다리 특성, 뒷다리 모양의 관찰 특성으로 구성된다. 날개 노출 여부는 “노출” 시에 날개의 다른 관찰 특성의 관찰에 영향을 준다. 그림 1은 곤충 외관구조에 따른 관찰 특성의 AND/OR Graph를 나타낸 것이다. 날개의 경우, 날개 노출 여부가 “Y”일 때 AND 조건을 만족함을 의미한다.

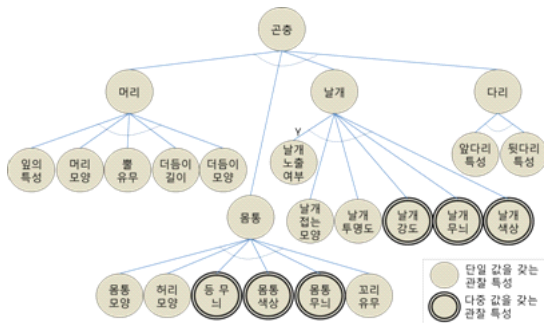


그림 1. 곤충 외관구조에 따른 관찰 특성의 AND/OR Graph  
Fig. 1. AND/OR Graph of Insect characteristics in the appearance structure of insects

각 관찰특성은 단일 값 또는 다중 값으로 특징지어지며, 다음과 같다.

- 머리 모양 = {삼각형 형태, 삼각형 아님},

- 뿔의 유무 = {있다, 없다},
- 더듬이 길이 = {몸통 크기 이하 또는 보이지 않음, 몸통 이상 크기},
- 몸통 모양 = {원형에 가까움, 타원형에 가까움, 길쭉함},
- 허리 모양 = {잘룩함, 잘룩하지 않음},
- 등 무늬 = {},
- 몸통 색상 = {}.
- 몸통 무늬 = {}.
- 꼬리 유무 = {있음, 없음},
- 날개 노출 여부 = {보임, 보이지 않음},
- 날개 접는 모양 = {수직으로 접고 있음, 펼치고 있음, 몸 쪽으로 붙이고 있음},
- 날개 투명도 = {투명함, 투명하지 않음},
- 날개 강도 = {부드럽게 보임, 딱딱하게 보임},
- 날개 무늬 = {원형, 삼각형, 다각형, 굽은 선, 가는 선, 점선, 점무늬, 무늬 없음},
- 날개 색상 = {주황색 계통, 갈색 계통, 흰색 계통, 녹색 계통, 검은 색 계통, 적색 계통, 청색 계통, 회색 계통, 노란색 계통, 보라색 계통},
- 앞다리 특성 = {},
- 뒷다리 특성 = {앞 다리와 비슷하거나 조금 긴 편임, 다른 다리에 비해 아주 긴 편임}.

#### 2. 관찰된 곤충의 외형적 특성의 유사도 측정

곤충 중 검색 절차는 다음 그림 2와 같이 두 과정으로 나누어진다. 관찰자는 곤충의 외형 구조에 보이는 관찰 속성에 대해 관찰하게 되는데, 곤충의 외형 구조 분류별 관찰 속성에 대한 곤충관찰이 끝나면 유사 곤충 중 검색과정으로 진행된다. 최종 검색은 유사도 비교를 통해 후보 곤충을 제시하게 된다. 이와 같은 검색 절차는 그림 2와 같다.

곤충 중 검색 절차는 그림 2에서와 같이 곤충관찰(Insect Observation) 단계와 유사 곤충 중 검색단계(Search of Similar Insects)의 두 과정으로 나누어진다. 여기서는 목, 과, 종의 외관구조 분류별 관찰속성에 대한 곤충관찰이 끝나면 유사 곤충 중 검색 과정으로 진행하는데, 검색은 유사도 계산과 유사 곤충 중 출력으로 이루어진다. 유사도 계산은 생물학적 분류체계에 따른 목, 과, 종의 단계로 진행된다. 이는 상위 단계에서부터 해당 분류만 걸러내기 때문에 검색의 효율성을 높일 수 있다. 각 단계별로 임계 유사 값 이상이며 다음 단계로 진행되어 곤충 중까지 검색 가능하나, 그렇지 않으면 “유사 곤충 중 없음”이라는 메시지를 출력하고 종료하게 된다.

검색 과정에서 관찰속성들에 대한 유사도 측정을 위해 표

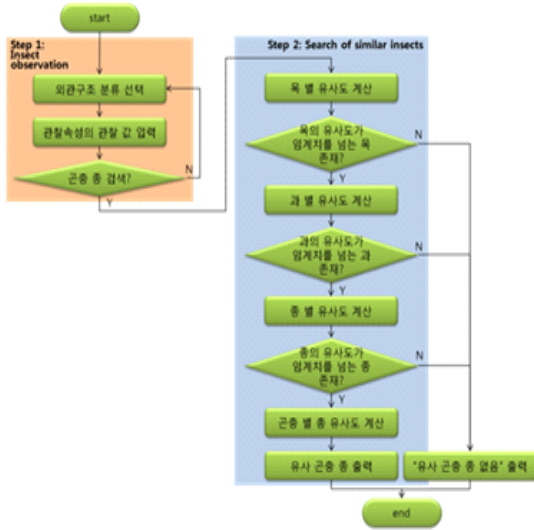


그림 2. 곤충 종의 검색 절차  
Fig. 2. The procedure for search of similar insect species

기법을 먼저 정의하면 다음과 같다.

- $A$  : 관찰속성 집합,
- $k$  : 관찰된 관찰속성 색인,  $\{k\} \subset A$ ,
- $K$  : 관찰된 관찰속성의 개수,  $n\{k\}$ ,
- $V_k^i$  : 색인  $i$  곤충이 가지는  $k$ 번째 관찰속성의 곤충분류 특성 값의 집합,
- $O_k$  : 관찰속성  $k$ 에 대한 관찰 값의 집합.

관찰한 관찰속성 별 유사도는 관찰 값의 개수 대비 곤충분류 특성과 일치하는 개수로 정의한다. 이 유사도는 목, 과, 종 별로 계산하거나, 목, 과, 종 전체 속성에 대한 총 유사도를 계산할 때 사용한다.

곤충 유사도( $SIM^i$ )는 사용자가 관찰한 관찰속성 수 대비 관찰한 관찰속성 별 유사도의 합으로 정의하며, 목, 과, 종 별로 유사도를 계산하거나, 목, 과, 종 전체 속성에 대한 총 유사도를 계산할 때 사용한다. 관찰 값과  $i$  곤충 간 유사도  $SIM^i$ 의 수학적 표현은 다음과 같다.

- $sim_k^i = P(V_k^i | O_k) = P(V_k^i \cap O_k) / P(O_k)$ .
- $SIM^i = \sum_k sim_k^i / K$ .

## V. 곤충 검색기법의 비교 평가

### 1. 프로토타입 검색 시스템

본 연구에서는 ISBC, ISOBC, ISOIA 방식의 각 대안에 대한 사용자 만족도를 비교하기 위해, 세 가지의 검색기법을 기반으로 하는 모바일 웹시스템의 프로토타입을 개발하였다. 시험을 위한 곤충 종 DB는 총 31개의 목, 143개 과, 1,417개 종으로 구성되었다. 그림 3은 ISBC 방식을 나타내며 곤충강의 '목'의 분류, '과'의 분류, '종'의 분류 별로 계층적으로 나타나는 목록을 중심으로 검색하는 예시를 나타내고 있다.



그림 3. ISBC 방식(나비목, 나팔나비과의 곤충종의 검색 예)  
Fig. 3. An illustration of search based on ISBC method

그림 4는 ISOBC 방식을 나타내며, '목-과-종'의 계층분류에 따른 곤충의 관찰 특성에 대해 관찰된정보를 순차적으로 입력하며, 검색결과는 관찰정보에 대한 유사도를 보여 주어 관찰자가 확인하기 쉽도록 되어 있다.

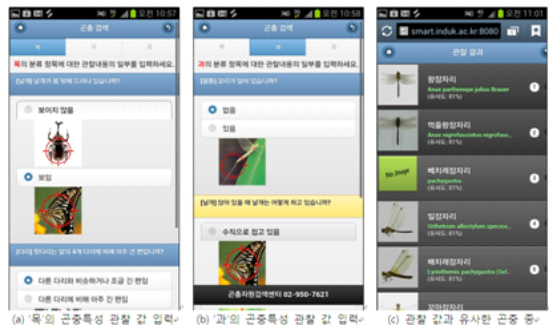


그림 4. ISOBC 검색 방식 (관찰 속성별 관찰값 입력과 유사곤충 검색의 예)  
Fig. 4. An illustration of search based on ISOBC method

그림 5는 ISOIA 검색 방식을 나타내며, 곤충의 외관구조에 따른 '머리/몸통/날개/다리' 부분의 관찰 특성에 대해 관찰한 정보를 입력하면 된다. 검색결과는 관찰정보에 대한 유사도(3.2절)를 보여 주어 관찰자가 확인하기 쉽도록 되어 있다.

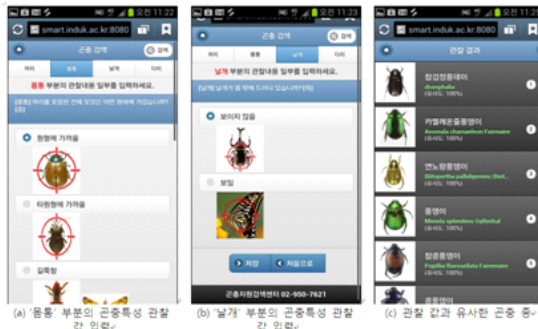


그림 5. ISOIA 검색 방식 (관찰 값 입력과 검색의 예)  
Fig.5. An illustration of search based on ISOIA method

그림 6에 묘사된 '풀잠자리목-뱀잠자리과-대륙뱀잠자리'의 곤충 중에 대한 관찰 정보는 그림 5와 같다. 관찰자가 관찰한 곤충 특성은 머리부분의 머리모양, 뿔유무, 더듬이길이, 더듬이모양이고, 몸통부분에는 몸통모양, 허리모양, 꼬리유무이고, 날개부분에서는 날개노출, 날개모양, 투명도, 날개색상이다. 이에 대한 부분 유사도는 각각 머리부분은 3/4, 몸통은 2/3, 날개는 2.67/4이며, 총 유사도는 7.67/11이 된다.

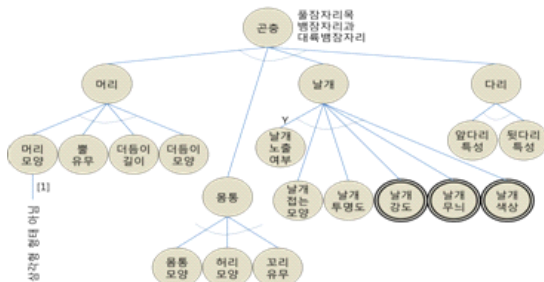


그림 6. 관찰 정보와 유사도 (풀잠자리목, 뱀잠자리과, 대륙뱀잠자리)  
Fig. 6. Similarities between insect characteristics and observation values(Parachauliodes continentalis in Corydalidae in Neuroptera)

2. AHP기반 만족도 평가기준

일반적으로 정보 시스템의 효율성을 측정하기 위해서는 다음 그림 7과 같이 15개의 입력요소로 정보시스템의 사용자 만족도를 측정한다[27].

1) 시스템 품질 요소

- 정보 시스템의 바람직한 특성 : 사용의 용이성(Ease of Use), 시스템 융통성(System Flexibility), 시스템 신뢰성(System Reliability), 학습의 용이성(Ease of Learning), 시스템의 특성(System Features), 사용자 요구성(User Requirements), 시스템의 정확성(System Accuracy), 커스터마이제이션, 통합성(Integration), 세련 및 정교성(Sophistication)



그림7. 정보시스템의 사용자 만족도 요소  
Fig. 7. User satisfaction factors of IS

2) 정보의 품질 요소

- 시스템 산출물의 바람직한 특성 : 정보의 가용성(Availability), 사용성(Usability), 이해정도(Understandability), 연관성(Relevance), 정보형식(Format), 간결함(Conciseness)

3) 사용자의 만족도

- 사용자수준에서 웹사이트와 출력물의 만족도 및 서비스의 만족도가 어떠한가를 측정.

그러나 본 연구에서는 검색엔진의 효율성을 측정하기 위해 다음 그림 8과 같이 검색 시스템의 효율성 평가 기준 모형을 설정하고[25-26] 그에 관련된 용어를 정의하여 설문서를 구성한다.



그림8. 검색시스템의 효율성 평가모형  
Fig. 8. Evaluation model of Search system Efficiency

- 1) 검색시스템의 품질 : 검색시스템의 전반적인 특성
  - (1) 검색시스템 사용의 용이성(Ease of Use) : (전반적 사용의 용이성) 검색시스템은 전반적으로 사용하기 쉬웠는가?
  - (2) 검색시스템을 사용함에 있어서 사용학습의 용이성(Understandability of Search Engine) : (사용에 대한 학습의 용이성) 검색시스템을 사용에 대한 학습은 쉬웠는가?
  - (3) 최종 검색에 걸리는 시간(Response Time) : (검색시간) 검색 및 최종 곤충종 확인까지 걸리는 시간은 짧았는가?
- 2) 검색과정의 품질 : 검색하는 과정과 단계에서 각 절차별 사용상의 특성
  - (1) 검색단계의 안내와 유도(Search Procedure Guide) : (검색과정의 용이성) 검색 과정은 용이하였는가?
  - (2) 검색엔진의 세련과 정교성(Sophistication of Search Engine) : (검색단계의 화면구성 적절성) 검색 단계에서의 화면 메뉴구성은 적절하였는가?
  - (3) 입력화면에서의 관찰내용의 반영도(Adoptable Input Design of Observed Facts) : (검색과정의 관찰기록 용이성) 검색 과정에서 관찰내용을 기록하기 쉬웠는가?
- 3) 검색정보의 품질 : 최종 검색된 정보결과의 정확성 및 결정의 합리성
  - (1) 적절한 후보선택 가지수의 제안(Reasonably Alternatives Suggested) : (검색결과 제시된 곤충종 수의 적절성) 검색 결과에서 보여주는 후보 곤충종 수는 적절하였는가?
  - (2) 관찰검색의 사용자 요구성(User Requirements) : (검색결과로부터 관찰 곤충종 확인의 용이성) 검색결과의 후보 곤충종으로부터 관찰곤충과 유사한 곤충종 검색은 쉬웠는가?
  - (3) 검색결과의 정확성(Accuracy of Search Information) : (검색결과 내의 관찰 곤충종 존재) 검색결과에 관찰대상인 곤충종이 존재하는가?

위의 모형을 기반으로 본 연구에서는 AHP기반의 사용자 만족도를 평가하기 위해서 AHP 계층 모형에 의한 관찰자 참여형 평가 모델로써, 곤충검색 시스템인 S-EREMS 검색엔진의 효율성을 측정하기 위해 검색 사용자에게 직접 문항의 중요도를 작성하는 방식으로 <부록>에서 제시하는 "S-EREMS검색엔진을 사용한 곤충검색 설문서" 형태로 구성 되어 있다.

- 본 설문에 사용되는 3개의 검색 시스템의 엔진은
- 1) 모델-I : 분류체계 방식의 검색엔진
  - 2) 모델-II : 목-과-중 순서의 관찰에 따른 유사도 추천 검색엔진
  - 3) 모델-III : 머리/몸통/날개/다리의 관찰에 따른 유사도 추천 검색엔진 이다.
- 이 3개의 검색엔진을 각각 사용하여 제시된 곤충종을 검색하고 이들 간에 상대적 비교 우위를 측정한다. 따라서 제시된 3개의 검색시스템의 각 유형별로 검색엔진을 사용하여 해당 곤충 종을 검색하고 그 중의 최종 이름을 기재한다.
- 최종적으로 본 검색시스템의 엔진을 사용한 사용자의 만족도를 측정하기 위해, 다음과 같이 3가지 검색시스템의 효율성을 평가 기준으로 설문문항을 측정한다.
- 1) 전반적 검색시스템의 품질
    - 전반적 사용의 용이성 : 검색시스템은 전반적으로 사용하기 쉬웠는가?
    - 검색시스템 사용에 대한 학습의 용이성 : 검색시스템 사용의 학습과 이해는 쉬웠는가?
    - 검색 소요시간 : 검색 및 최종 곤충 종 확인까지 걸리는 시간은 짧았는가?
  - 2) 검색과정 및 절차
    - 검색과정의 용이성 : 검색하는 과정에서 적절하게 검색엔진이 지시와 사례를 보여주며 검색안내를 쉽게 유도했는가?
    - 검색단계의 화면구성 적절성 : 검색 단계에서의 화면 메뉴구성은 적절하였는가?
    - 검색과정의 관찰기록 용이성 : 검색 과정에서 관찰내용을 반영하여 기록하기가 쉬웠는가?
  - 3) 검색 결과정보의 품질
    - 검색결과 제시된 곤충 종 수의 적절성 : 검색 결과에서 보여주는 후보 곤충 종 수는 적절하였는가?
    - 검색결과로부터 관찰 곤충 종 확인의 용이성 : 검색결과의 후보 곤충 종으로부터 관찰곤충과 유사한 곤충 종 검색은 쉬웠는가?
    - 검색결과 내의 관찰 곤충 종 존재 : 검색결과에 관찰대상인 곤충 종이 존재하는가?
  - 4) 사용자의 만족도 : 사용자수준에서 웹사이트와 출력물의 만족도 및 검색 정보서비스의 만족도가 어떠한가를 측정.
- ### 3. 사용자 만족도 실증분석
- 관찰자 표본은 도시에 거주하는 총 18명의 대학생이다. 먼저 시스템 사용에 대한 사전 교육으로 두 가지 곤충 종에 대해

사전 테스트를 하고, 평가기준과 평가 방법을 설명하였으며, 그림 9와 같은 다섯 가지 곤충 중에 대해 테스트를 하였다.



그림 9. 곤충 표본  
Fig. 9. Samples of Insect Species

각 시스템에 대한 사용자 만족도 우선순위는 앞 절에서 제시된 AHP 평가방식[28]을 채택하였다. 사용자 만족도를 구성하는 평가 항목은 정보시스템의 사용자 만족도를 평가하는 기존의 연구(25-27)를 중심으로 검색시스템에 적당한 항목을 선별하였다. 표 1은 사용자 만족도를 구성하는 평가기준을 나타내고 있다. 사용자 만족도를 평가하는 평가기준은 '검색 시스템 전체품질', '검색과정', '검색결과 정보품질'이다. 각 평가기준에 대한 세부 평가기준들은 '검색시스템 전체품질'은 '검색과정의 용이성', '사용방법에 대한 학습의 용이성', '검색의 효율성'이며, '검색과정 및 절차'는 '검색과정의 용이성', '검색단계의 화면구성 적절성', '검색과정의 관찰내용 입력 용이성'이고, '검색결과 정보품질'은 '검색결과 제시된 곤충 종수의 적절성', '검색결과로부터 관찰 곤충 중 확인의 용이성', '검색 결과내의 곤충종존재'로 구성된다.

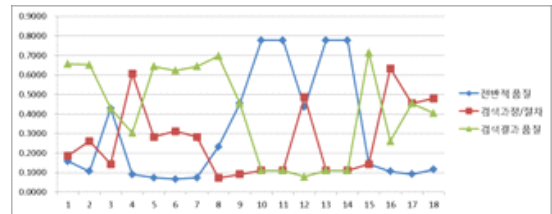
표 1. 사용자 만족도 평가기준  
Table 1. Evaluation criteria for user satisfaction

평가기준		세부 평가기준	
평가항목	개념적 정의	평가항목	개념적 정의
전반적 검색시스템 품질 (0.3157)	검색시스템의 전반적 특성	전반적 사용의 용이성(0.1618)	검색시스템은 전반적으로 사용하기 쉬웠는가?
		사용방법에 대한 학습의 용이성 (0.2358)	검색시스템 사용방법에 대한 학습과 이해는 쉬웠는가?
		검색의 효율성 (0.6025)	검색 및 최종 곤충 중 확인까지 걸리는 시간은 짧았는가?
검색과정 및 절차 (0.2710)	검색과정에서의 사용상의 특성	검색과정의 용이성(0.4787)	검색과정에서 적절하게 지시와 사례를 보여주며 검색을 쉽게 유도했는가?
		검색단계의 화면구성 적절성 (0.2723)	검색 단계에서의 화면 메뉴구성은 적절하였는가?
		검색과정의 관찰 내용 입력	검색과정에서 관찰내용은 입력하기

검색결과 정보의 품질 (0.4143)	검색된 정보결과에 대한 품질	용이성(0.2354)	쉬웠는가?
		검색결과 제시된 곤충 종 수의 적절성(0.1349)	검색 결과에서 보여주는 후보 곤충 종 수는 적절하였는가?
		검색결과로부터 관찰 곤충 중 확인의 용이성 (0.2831)	검색결과로부터 관찰곤충과 유사한 곤충 중검색은 쉬웠는가?
		검색결과내의 관찰 곤충 중 존재(0.5820)	검색결과에 관찰대상인 곤충 종이 존재하는가?

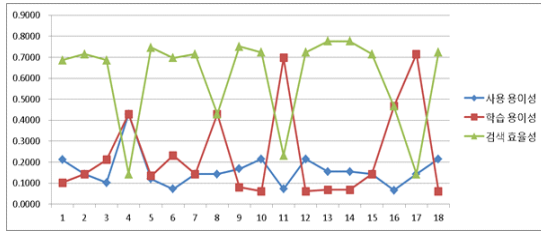
( )는 평가기준 간 우선순위를 의미함

응답자 별로 각 평가기준에 대한 우선순위는 그림 10과 같이 다르게 나타나고 있다. 표 1의 ( )내 숫자는 그 평균치를 기록한 것이다. 각 평가기준에 대한 일관성 평가에서는 모두 0.2 이하로 일관성이 있는 것으로 평가 되었다. 사용자 만족도의 평가기준들 중에서는 '검색결과 정보품질'이 0.4143으로서 가장 중요한 평가 기준으로 인식되고 있다. 이에 비해 '검색시스템 전체 품질'과 '검색과정'은 각각 0.3157, 0.2710으로서 상대적으로 낮게 인식되고 있다. 각 평가기준의 세부 평가기준에 있어서는 '검색시스템 전체 품질' 면에서는 '검색의 효율성'이 0.6025로 가장 중요하게 인식되고 있으며, '전반적 사용의 용이성'과 '사용방법에 대한 학습의 용이성'은 각각 0.1618, 0.2358 순으로 낮게 나타났다. '검색과정'은 '검색과정의 용이성'이 0.4787로 가장 중요하게 인식되고 있으며 '검색과정의 관찰내용 입력용이성'과 '검색단계의 화면 구성 적절성'은 각각 0.2354, 0.2723으로 중요도가 낮게 인식되고 있다. '검색결과 정보품질'은 '검색 결과내의 관찰 곤충 중 존재'가 0.5820으로 가장 높게 인식되고 있으며, '검색결과로부터 관찰 곤충 중 확인의 용이성'과 '검색결과 제시된 곤충 종수의 적절성'은 각각 0.2831와 0.1349로 낮게 인식되고 있다.

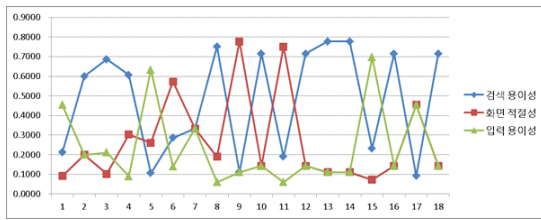


(a) '사용자 만족도에 대한 평가기준의 우선순위

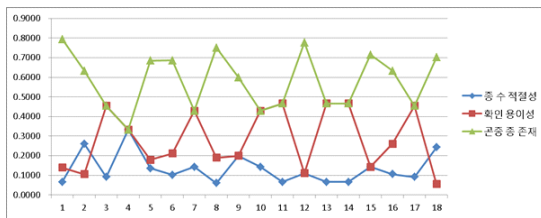




(b) '전반적 품질에 대한 평가기준'의 우선순위



(c) '검색 과정 및 절차에 대한 평가기준'의 우선순위



(d) '검색결과에 대한 품질에 대한 평가기준'의 우선순위

그림 10. 평가기준에 대한 사용자별 우선순위  
Fig. 10. The priorities of sub-evaluation criteria

4. 곤충검색 기법의 만족도 우선순위

그림 11은 ISBC, ISOBC, ISOIA 대안들에 대한 최종 우선순위를 나타낸 것이다. 우선순위는 각 응답자의 사용 특성에 따라 정도는 다르게 나타나고 있다. 평균은 ISBC, ISOBC, ISOIA별로 각각 0.1536, 0.3997, 0.4467로서, ISOIA > ISOBC > ISBC 순으로 응답자들은 분류체계 방식보다는 관찰정보에 기반 한 검색을 더 선호하고 있으며, 관찰 특성이 생물학적 분류보다는 곤충외관 구조중심의 검색시스템을 더 선호하는 현상을 보이고 있다.

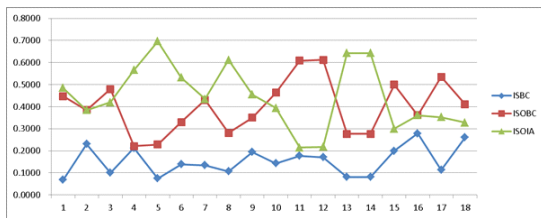


그림 11. 검색 대안들에 대한 사용자별 우선순위  
Fig. 11. The priorities among search systems

표 2. 곤충검색시스템 간 평균차이 검증 (a=0.05)  
Table 2. Hypothesis testing among insect search systems (a=0.05)

가설	가설	검정통계량	검정결과
가설1	$H_0: m_{ISBC} = m_{ISOBC}$ $H_1: m_{ISBC} < m_{ISOBC}$	$Z=2.9235 \geq 1.96$	$H_0$ 기각
가설2	$H_0: m_{ISBC} = m_{ISOIA}$ $H_1: m_{ISBC} < m_{ISOIA}$	$Z=2.9255 \geq 1.96$	$H_0$ 기각
가설3	$H_0: m_{ISOBC} = m_{ISOIA}$ $H_1: m_{ISOBC} < m_{ISOIA}$	$Z=2.5649 \geq 1.96$	$H_0$ 기각

각 검색 대안들에 대한 사용자별 우선순위 간 평균 차이의 유의성을 검정하였다. 표본수가 적고 정규분포를 따르지 않으므로 Wilcoxon signed rank test를 실시한 결과는 표 2와 같다. 가설 1, 2, 3은 모두 95% 유의수준에서 귀무가설들이 기각되었다. 결과적으로 응답자들은 평균적으로 ISOIA를 가장 선호하며, 다음으로 ISOBC, ISBC 순으로 선호함을 알 수 있다. 즉, 응답자들은 분류체계에 따른 계층적 단계의 곤충 목록 기반의 검색 보다는 관찰에 의한 검색방법을 선호하며, 특히 외관구조 중심의 자연스런 관찰과 검색을 선호하고 있다.

V. 결론

자연 생태환경에서 학생 및 일반인들이 곤충 종의 발견과 그에 관련된 전문적인 지식과 정보를 얻기 위해 보다 신속하고 효과적인 U-learning 콘텐츠 활용방안이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 곤충 종에 대한 전문적 정보와 지식을 보다 효과적으로 사용하기 위한 방안으로 해당 곤충 종 검색시스템의 중요성을 제시했다. 본 논문에서 사용하는 곤충 종 검색시스템의 유형으로는 ISBC방식과 ISOBC 방식을 제시하고 있다. 과거에는 검색시스템으로 생물학적 분류체계방식인 ISBC방식이 주류를 이루고 있었으나, 그 검색의 한계를 극복하기 위해 우리는 생물학적 분류체계에 따른 곤충 종 추천방식인 ISOBC방식을 제시하였다. 그러나 ISBC방식에서는 검색의 효과성 측면에서 사용자들의 만족도가 떨어짐을 알 수 있고, 이러한 문제를 해결하기 위해서 우리는 ISOIA 방식을 제안했다. 여기서 우리가 제안하는 곤충 종 검색 방법으로는 기본적으로 유사도에 기반한 지능형 검색엔진이다.

우리가 제시하는 두가지 방법에 의한 곤충 종 검색시스템의 비교를 위한 평가기준으로, 많은 논문에서 일반적으로 사용되는 기존의 정보시스템 평가모델 및 콘텐츠 평가모델에서 제시된 일반적인 평가기준 요인들을 사용하여 AHP접근방법의 검색시스템 평가모델을 만들었다. 또한, 제시된 검색엔진을 사용하여 5개의 곤충 종을 실제로 검색하게 하고, 이들 사

용자들의 곤충 종 검색시스템의 만족도를 비교하기 위한 방법으로 AHP (Analytical Hierarchy Process) 방식에 의해 비교 평가한다.

본 연구에서는 곤충 종 검색시스템의 비교 결과, ISOIA가 훨씬 효과적인 검색엔진임을 알 수 있었다. 본 연구의 한계점으로는 충분하고 다양한 곤충 종에 대한 검색대상이 확보되지 못하였고, 관찰의 어려움을 극복할 수 있는 후보 곤충 종이 많이 제시되어야 한다. 또한, 검색시스템의 사용자인 평가 샘플 수가 적어서 보다 많은 사용자들에게 적용하여 일반화 할 필요가 있다. 향후 연구에서는 본 검색엔진의 효율성을 높일 수 있는 방안으로 첫째, 곤충 종들의 특성을 좀더 세분화하여 유사도 추론검색을 정교화 할 필요가 있고 둘째, 유사도 측정 함수를 좀더 개선할 필요성이 있다.

## 참고문헌

- [1] C. S. Ko, E. S. Jun, S. K. Park, S. B. Kim, and S. T. Chung, "WEB-Mobile Service Systems for the Ecology of Insects and the Environment Information based on U-Learning," The Journal of Korea Information Processing Society, Vol. 4, No. 3, pp. 207-224, 2009.
- [2] E. S. Jun, Y. S. Chang, Y. D. Kwon, C. S. Ko, and Y. N. Kim. "Smart phone-based Inference Framework for Identifying Insect Species in the Environment of U-Learning Observational Study", in Proceedings of the 2010 Autumn Conference, Korea Intelligent Information Systems Society pp.324-334, 2010.
- [3] Korean Bioinformation Center, <http://www.kobic.re.kr>
- [4] Korean Insects Society, <http://insectkorea.kr>
- [5] Michigan State University, <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accouunts/information/insect.html>
- [6] The Mysteryof ButterFlies, <http://nabisinbi.com>
- [7] National Academy of Agricultural Science, <http://goodin.sect.naac.go.kr>
- [8] National Biological Species Knowledge Information Systems, <http://www.nature.go.kr>
- [9] National Institute of Biological Resources, <http://www.nibr.go.kr>
- [10] U-erems, <http://smart.induk.ac.kr>
- [11] The Wonderful World of Insects, <http://www.earthlife.net/insects>
- [12] Bric, <http://bric.postech.ac.kr>
- [13] Digital Insect Collection of Seoul National University, <http://insect.snu.ac.kr>
- [14] Ecological Information System, <http://ecoinfo.seoul.go.kr>
- [15] Encyber, <http://www.encyber.com>
- [16] Insect Collection, <http://insect.naac.go.kr>
- [17] Green gyeonggi-do with Beautiful Forests, <http://forest.gg.go.kr>
- [18] E. S. Jun, Y. S. Chang, Y. D. Kwon, and Y. N. Kim, "A Similarity-based Inference System for Identifying Insects in the Ubiquitous Environments", Journal of The Korea Society of Computer and Information, pp.175-187, 2011.
- [19] S. Kaloudis, D. Anastopoulos, C. P. Yialouris, N. A. Lorentzos, and A. B. Sideridis, "Insect identification expert system for forest protection", Expert Systems with Applications vol. 28 pp445-452, 2005
- [20] H. W. Beck, P. Jones and J. W. Jones, "SOYBUG: An Expert System for Soybean Insect Pest Management", Agricultural Systems Vol. 30, pp 269-286, 1989
- [21] W. D. Batchelor, R. W. McCleendon, D. B. Adams and J. W. Jones, "Evaluation of SMARTSOY: An Expert Simulation System for Insect Pest Management", Agricultural Systems Vol. 31, pp. 67 -81, 1989.
- [22] G. M. Pasqual and J. Mansfield, "Development of a Prototype Expert System for Identification and Control of Insect Pests", Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 2, pp. 263- 276, 1988.
- [23] C. Wen, D. E. Guyer and W. Li, "Local features-based identification and classification for orchard insects", Biosystems Engineering, Vol.104, pp. 299-307, 2009.
- [24] F. Arrignon, M. Deconchat, J. P. Sarthou, G. Balent and C. Monteil, "Modelling the

overwintering strategy of a beneficial insect in a heterogeneous landscape using a multi-agent system”, Ecological Modelling, Vol. 205, pp. 423-436, 2007.

- [25] O. Isik, “E-learning satisfaction factors”, 39th Annual Meeting of the Decision Sciences Institute, Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Decision Sciences Institute, Nov. 22-25, 2008, Baltimore, Maryland
- [26] <http://www.decisionsciences.org/Proceedings/DSI2008/index.html>
- [27] S. Petter, W. Delone and E. McLean, “Measuring information system success: models, dimensions, measures, and interrelationships”, European Journal of Information Systems(2008), 17 pp236 - 263
- [28] T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw Hill, 1980.

## 저 자 소개



### 전 응 섭

1985 - 1989: KAIST  
시스템공학센터 연구원

1989 - 1991: 한국HP  
시스템 컨설턴트

1999: KAIST  
지능정보공학 공학박사

1991 - 현 재: 인덕대학교  
컴퓨터소프트웨어과 교수

관심분야: 디지털 컨버전스 응용기술,  
모바일응용 소프트웨어,  
유러닝 콘텐츠,  
전문가시스템

Email : esjun@induk.ac.kr