한국지능시스템학회 논문지 2009, Vol. 19, No. 4, pp. 568-573

FCM을 이용한 지능형 해양사고 DB 검색시스템 구축

Intelligent DB Retrieval System for Marine Accidents Using FCM

박계각[1] · 한욱[2] · 김영기[2] · 오세웅[3]
Gyei-Kark Park[1], Xu Han[2], Young-Ki Kim[2] and Se-Woong Oh[3]

[1]목포해양대학교 해상운송시스템학부
[2]목포해양대학교 해상운송시스템학과 대학원
[3]한국해양연구원 해양시스템안전연구소

요 약

해양사고로 인한 경제적, 환경적 피해가 커짐에 따라, 해양사고 방지를 위한 이슈가 크게 대두되고 있다. 발생된 해양사고 사례의 종류와 원인을 분석하여 구축된 DB가 해양사고 방지를 위한 연구에 널리 활용 되고 있으나, 하나의 종류 및 원인에 대해서만 DB가 구축되어 있어 일반적으로 복수의 원인에 의해 발생되고 복수의 종류에 해당하는 해양사고를 합리적으로 분류하지 못하고 다양하고 막연한 조건을 이용해 검색할 수 없다는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 FCM을 이용하여 복수의 해양사고 원인과 종류에 연계된 해양사고 DB를 구축하고 언어 레이블을 이용하여 다양한 원인과 종류에 의해 해양사고 사례추출이 가능한 검색 시스템을 제시하였다.

키워드 : 해양사고, 검색시스템, FCM, KDB, 언어레이블

Abstract

Marine accidents have always caused huge economic losses, as well as environmental pollution. Prevention of marine accidents has become a focus of argumentation. The analysis of past accident cases, reviewing the experience and lessons, is important and necessary for preventing marine accidents. With the same subject above, the Korean Maritime Safety Tribunal provides for past marine accidents' written judgments and analysis of judgment and associated retrieval system on its homepage. In these systems, the name of the ship, accident occurrence time, accident pattern or related keywords are used as search conditions. However, most of the marine events' happening were not due to a single reason, but multiple ones. In addition, one marine event could often come under several categories. In this case, now the retrieval systems' DB is used on the Korean Maritime Safety Tribunal homepage was built based on single category and failed to be able to retrieve according to multiple reasons or multiple categories. In order to solve this problem, a more practical retrieval approach might be needed. Therefore, in this paper, a new retrieval system will be proposed ,which using the linguistic label to describe the cluster after analyzing the relational properties between marine accidents and clustering by FCM algorithm, and then adding an interface to allow users to get the results they want through choosing multiple reasons or multiple categories.

Key Words : Marine Accident, Retrieval System, FCM, KDB, Linguistic Label

1. 서 론

최근 해양사고 발생을 미연에 방지하고자 국제적인 많은 이슈가 대두되고 있다. 해양사고는 한 번 발생하면 인적, 물적, 환경적으로 막대한 손실을 수반하므로, 이를 미연에 방지하기 위한 조치의 일환으로 해양안전심판원은 해양사고를 심판한 결과를 사고 원인과 종류별로 분류하여 데이터베이스를 구축하여 제공하고 있다.

접수일자 : 2009년 4월 6일
완료일자 : 2009년 6월 26일
본 연구는 국토해양부 소관 연구개발사업의 연구비 지원에 의해 일부 지원 받았습니다.
"본 논문은 본 학회 2009학년도 춘계학술대회에서 선정된 우수논문입니다."

해양사고는 복수의 원인에 의하여 발생하고 복수의 종류로 분류하여 DB를 구축하는 것이 합리적이다. 그러나 현재 해양사고 사례별로 하나의 사고 종류와 원인에 관련된 키워드로만 연계되어 DB가 구축되어 있어 복수의 사고종류나 복수의 발생원인 등 다양한 조건으로 검색이 불가능하여 해양사고 방지를 위해 충분히 활용되고 있지 못한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 FCM을 이용하여 다양한 종류 및 원인과 연계된 해양사고 DB를 구축하고 언어 레이블을 이용하여 애매하고 다양한 질의로 해양사고 사례추출이 가능한 지능형 검색시스템을 구축하고자 한다.

구체적인 연구방법으로는 먼저 해양안전심판원에서 제공한 2007 해양사고 재결서를[1] 분석하여 각 해양사고의 종류 및 원인과 그 관련 정도를 정리하여 DB화 하고자 한다.

다음 단계로 이를 FCM을 이용하여 복수의 클러스터로 분류한 후 이 클러스터와 유사도가 높은 언어적 레이블을

선택하여 데이터를 기술하고자 한다.[2][3][4]

마지막으로, 제안된 검색시스템을 79개의 해양사고 사례에 적용하여 그 시스템의 유효성을 검증하고자 한다.

2. 해양사고 DB 현황

2.1 해양사고 DB 현황

해양안전심판원에서는 관할해역에서 발생한 각종 해양사고에 대한 조사 및 재결을 통하여 사고의 종류와 원인을 규명하고, 해양사고의 재발방지를 위한 대책의 일환으로, 과거 재결한 해양사고사례에 대한 재결서 및 재결서분석서를 그림 1.과 같이 홈페이지의 DB 검색시스템으로 제공한다.

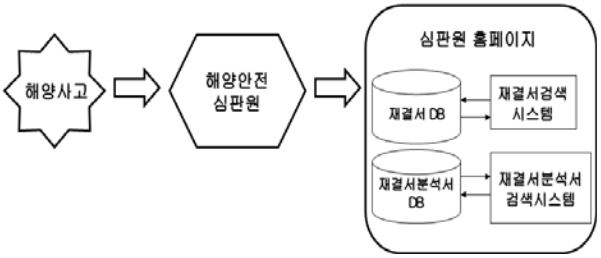

그림 1. 해양사고사례 DB 검색시스템
Fig. 1. DB system of marine accidents

2.2 사례 검색 방법 및 문제점

해양사고의 사건명, 발생년도, 선박유형 등 정확한 조건을 이용하여 검색하는 경우를 제외하고, 해양안전심판원 홈페이지의 재결서분석서의 검색과정을 살펴보면, 다음과 같다.

먼저, 사용자가 대상 사례의 발생년도를 입력하고, 하나의 사고종류를 선택하면, 검색시스템은 입력된 사고종류에 해당하는 모든 사례의 사고원인과 특이사항을 키워드로 제공한다. 다음에 사용자가 1~5가지의 키워드를 선택하면, 검색시스템이 그에 해당하는 재결서분석서를 제공한다.

그러나 하나의 종류 및 키워드를 조건으로 검색하는 검색시스템은 다양하고 막연한 사고 종류 및 원인을 이용한 DB 검색이 불가능한 문제점이 있다. 그러므로 다양하고 애매한 사고원인과 사고종류를 이용하여 해양사고사례를 검색할 수 있는 검색시스템이 필요하다.

3. 지능형 DB 검색시스템 구축

3.1 지능형 DB의 개요

지능형 해양사고 DB 검색시스템의 개요는 그림 2.와 같이, 먼저 해양안전심판원에서 제공한 해양사고 재결서 자료를 분석하여, 해양사고의 종류와 원인 및 각 속성치를 설정하여 해양사고와 속성과의 관계데이터를 작성한다.

다음 단계로 FCM을 이용하여 종류별 및 원인별로 해양사고를 복수의 클러스터로 분류한다. 더 좋은 클러스터링 결과를 위하여, 클러스터의 증가 및 재초기화 알고리즘을 이용한다.

해양사고 종류의 속성과 원인의 속성을 표현한 언어적인 레이블을 결정하고, 종류와 원인별로 분류된 클러스터와 유사도가 높은 언어적 레이블을 매칭하여 데이터를 표현한 KDB(Knowledge DB)를[5] 구축한다

마지막으로, 사용자의 질의(Query)를 KDB에 입력하여 일치하는 클러스터가 있을 경우 해당 클러스터의 데이터를 출력하고 그렇지 않은 경우 사용자의 입력에 가장 근접한 데이터를 대체응답으로 제공하는 시스템을 구축하고자 한다.

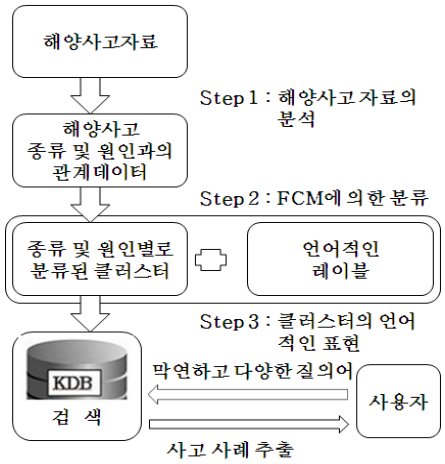

그림 2. 지능형 DB 검색 시스템 구축의 구성
Fig. 2. Framework for building an intelligent DB retrieval system

3.2 해양사고 종류와 원인 및 속성치

3.2.1 해양사고의 종류와 원인

해양안전심판원에서 제공하며 통계청의 승인을 받은 "사고종류별 해양사고 원인현황(재결분, 2003~2007 연도별)" 표를 참고하여 사고종류에 해당하는 속성 12가지와 원인에 해당하는 속성 20가지를 정리하면 표 1.과 같다.

표 1. 해양사고의 종류와 원인 분류
Table 1. Classification of marine accident's reasons and categories

	속 성
1. 해양사고의 종류	①충돌, ②접촉, ③좌초, ④화재・폭발, ⑤침몰, ⑥기관손상, ⑦조난, ⑧사상, ⑨환경오염, ⑩전복, ⑪안전・운항 저해, ⑫시설물손상
2. 해양사고의 원인	①출항준비 불량, ②수로조사 불충분, ③침로의 선정・유지 불량, ④선위확인소홀, ⑤조선부적절, ⑥경계소홀, ⑦황천대비・대응 불량, ⑧묘박・계류의 부적절, ⑨항행법규 위반, ⑩복무감독 소홀, ⑪당직근무 태만, ⑫선내 안전작업수칙 미 준수, ⑬기관설비 취급불량, ⑭화기취급불량・전선노후・전선단락, ⑮선체 기관설비결함, ⑯여객 화물의 적재불량, ⑰선박운항관리 부적절, ⑱승무원 배승 부적절, ⑲수로・항만・항로원조시설 등의 부적절, ⑳이상한 기후・해상에 의한 불가항력

3.2.2 해양사고 종류의 속성치 작성

본 논문에서는 해양사고 종류의 각 속성에 부여할 속성치를 1부터 5까지 할당하였다. 해양사고 종류의 각 속성에 부여할 속성치는 표 2.와 같은 의미를 갖는다.

표 2. 해양사고 종류의 각 속성에 부여할 속성치
Table 2. Property value of marine accident's category

속성치	의 미
1	해양사고가 해당 종류에 아주 작게 속 한다.
2	해양사고가 해당 종류에 작게 속 한다.
3	해양사고가 해당 종류에 보통 속 한다.
4	해양사고가 해당 종류에 크게 속 한다.
5	해양사고가 해당 종류에 아주 크게 속 한다.

각 해양사고 사례에 관련된 모든 종류에 속성치를 부여하여 구체적으로 할당한 예를 제시하면, 표 3.과 같다.

표 3. 종류별 속성치를 부여한 예시
Table 3. Sample of the property value of category

종류 / 해양사고	충돌	접촉	좌초	화재·폭발	…	안전·운항 저해	시설물 손상
1	5	1	1	1	…	1	1
2	5	1	1	1	…	1	1
3	1	1	5	1	…	1	1
·					…		
·					…		
78	1	1	5	1	…	1	1
79	1	5	1	1	…	1	4

3.2.3 해양사고 원인의 속성치 작성

본 논문에서는 각 해양사고 원인의 각 속성에 부여할 속성치를 1부터 5까지 할당하였다. 해양사고 원인의 각 속성에 부여할 속성치는 표 4.와 같은 의미를 갖는다.

표 4. 해양사고 원인의 각 속성에 부여할 속성치
Table 4. Property value of marine accident's reason

속성치	의미
1	해당 원인이 해양사고 발생에 거의 영향을 미치지 않음
2	해당 원인이 해양사고 발생에 약간 영향을 미침
3	해당 원인이 해양사고 발생에 보통 영향을 미침
4	해당 원인이 해양사고 발생에 많은 영향을 미침
5	해당 원인이 해양사고 발생에 결정적 영향을 미침

해양사고 원인별 속성치를 구체적으로 할당한 예를 제시하면, 표 5.와 같다.

표 5. 원인별 속성치를 부여한 예시
Table 5. Sample of the property value of reason

원인 / 해양사고	출항 준비 불량	수로 조사 불충분	침로의 선정·유지불량	선위 확인 소홀	조선 부적절	…	선내작업안전 수칙미준수
1	1	1	1	1	5	…	1
2	1	1	1	1	5	…	1
3	1	1	1	3	1	…	1
·						…	
·						…	
78	1	1	1	1	1	…	1
79	1	3	1	1	5	…	1

3.3 데이터의 클러스터링

3.3.1 FCM의 개요

FCM(Fuzzy C-Means) 알고리즘은[6] 퍼지 클러스터링 알고리즘 중 가장 폭넓게 사용되는 방법이다. FCM법은 퍼지이론을 이용하여 데이터를 한 개의 특정한 클러스터에만 소속시키지 않고, 0과 1사이의 소속도를 이용하여 복수의 클러스터에 소속시킬 수 있다.

FCM 클러스터링 알고리즘을 이용하여 해양사고 별로 복수의 사고 종류를 할당하고 할당된 각 해양사고 종류의 속성치를 이용하여 해양사고를 복수의 클러스터로 분류한다. 그림 3.과 같이 FCM의 특성에 따라, 해양사고는 2개 이상의 클러스터에 속할 수 있다.

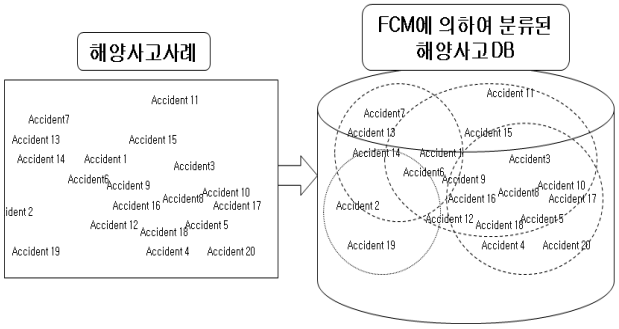

그림 3. 해양사고사례와 FCM에 의하여 분류된 해양사고 DB
Fig. 3. Marine accidents and clusters by FCM

3.3.2 클러스터의 증가 및 재초기화알고리즘

분류를 하는 과정에서 가장 중요한 문제는 최적 클러스터 수의 결정이며, 이는 직접적으로 클러스터의 분류결과에 영향을 미친다. 본 논문의 클러스터 증가 및 재초기화 알고리즘은 박계각이 제안한 C-means 클러스터의 증가 및 재초기화 알고리즘을[7] 수정하여 사용한다.

최적의 클러스터 수의 결정은 식(1)에 의해 구한 $S(c)$를 최소로 하는 클러스터 수를 c로 하면 되고, 클러스터의 증

가는 $S(c)$값의 차이가 임계값 M이하일 경우 즉, 조건 $|S(c+1)-S(c)| \le M$ 을 추가하여 두 조건 중 하나만 만족하면 해당 c를 최적의 클러스터 수로 결정하고, 그렇지 않으면, 클러스터 수를 1개씩 증가시키는 방식을 이용한다.

$$S(c)=\sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{c}(\mu_{i.k})^m\left(\| X_k - V_i \|^2 - \| V_i - \overline{x} \|^2\right) \quad (1)$$

식(1)에서는 n은 데이터의 수, X_k는 k번째 데이터, $\overline{x}$는 데이터의 평균, V_i는 i번째 클러스터의 중심 벡터, $\| \bullet \|$는 노옴(Norm), $\mu_{i,k}$는 k번째 데이터의 i번째 클러스터에 속하는 정도, m은 가중치이다.

재초기화 알고리즘은 다음과 같다.

step 1: c개의 클러스터가 있을 경우, 모든 데이터들이 각 클러스터에 대한 소속도를 포함한 행렬 $U_{i,k}$ $(i=1\cdots c)$ 얻을 수 있다.

step 2: $U_{i,k}$중, 첫 번째 데이터 X_1와 두 번째 데이터 X_2의 각 클러스터에 대한 소속도를 비교하고 각각 가장 큰 값을 $U_{a,1}$, $U_{b,2}$ 구한다. $(1 \le a, b \le c)$

step 3: 클러스터를 한 개 추가하고 이 클러스터를 첫 번째 클러스터로 정한다.

$$U_{1,1}=U_{a,1},\ U_{a,1}=0.0;\ U_{1,2}=U_{b,2},\ U_{b,2}=0.0;$$
$$U_{1,j}=0.0\,(j=3...n)$$

3.4 언어적인 지식 표현

3.4.1 언어적 레이블의 선정

발견하고자 하는 분야의 지식이 애매하거나 분명하지 않을 때, 정확한 숫자로 그 과정이나 결과를 평가하기가 어렵게 된다. 이럴 때엔 언어적인 서술로서 대체하는 것이 보다 효율적이다.

언어적 레이블의 개수는 제한이 없으나 언어가 갖는 특성을 살릴 수 있도록 적은 수의 레이블로 많은 데이터를 함축적으로 표현할 수 있도록 시스템이 갖는 특성에 따라서 적절한 수의 레이블을 상호간의 관계를 고려해서 선정한다.

사고종류와 원인에 대하여 해양 사고를 분석 한 후에 클러스터의 속성에 대해서 일률적으로 <관계가 큼(Big)>, <관계가 있음(Middle)>, <관계가 거의 없음(Small)> 세 가지 레이블로 그림 4.와 같이 표현한다.

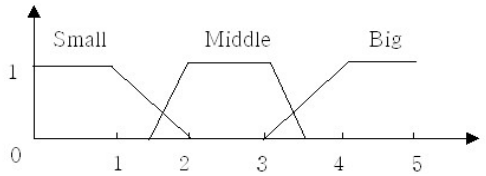

그림 4. 해양사고 종류와 원인의 언어적 레이블
Fig. 4. Linguistic label of marine accidents' reason and category

3.4.2 클러스터와 레이블의 매칭

FCM으로 분류된 클러스터에는 몇 개의 데이터가 속해 있으며, 클러스터내의 데이터를 기술하기 위하여 중심과 해당 속성의 레이블을 매칭시켜 가장 유사한 것을 선택한다. 이때, 본 논문에서는 해양사고의 종류에 해당하는 속성을 12가지로 분류하며, 원인에 해당하는 속성을 20가지로 분류하기 때문에, 각 클러스터를 언어적 레이블로 표현하기위해 12개가지의 종류 속성 및 20가지의 원인 속성에 각각 Big, Middle, Small 등 3개의 언어적 레이블을 매칭하여 사용한다.

그림 5.는 언어적 레이블을 이용하여 클러스터를 매칭시킨 예이다. C_i는 i번째 클러스터를 의미하고 V_i는 그 클러스터의 중심을 의미한다. 예를 들어, 클러스터 C_1은 속성치 P_1에 대해서는 Small로 속성치 P_2에 대해서는 Middle로 매칭되며, 이는 "C_1내의 해양사고들은 원인 P_1에 대해서는 거의 영향을 받지 않고(Small), 원인 P_2에 대해서는 어느 정도 영향을(Middle) 받았다."는 의미이다.

각각의 퍼지클러스터는 식(1)을 이용하여 Fig. 5.같이 언어적 레이블을 할당받아 표 6.과 같이 데이터베이스의 매크로 표현을 구하여, 해양사고 KDB를 구축한다.

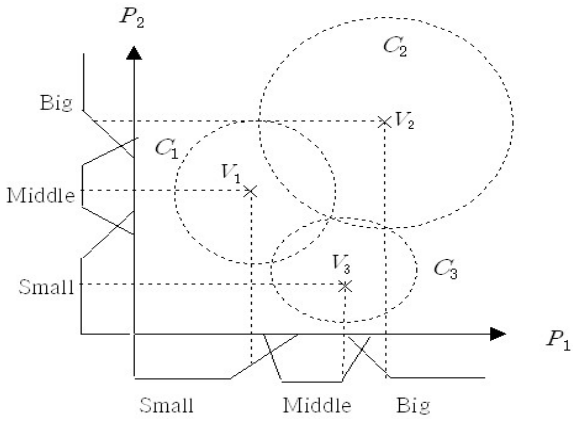

그림 5. 언어적 레이블과 클러스터의 매칭
Fig. 5. Matching linguistic labels to clusters

표 6. 해양사고 원인의 데이터베이스 매크로 표현
Table 6. Macro expression for Database of marine accident's reasons

NC	원인속성				ND
	조선 부적절	경계 소홀	항행법규 위반	O.W	
1	Big	Middle	Big	Small	4

NC	원인속성				ND
	경계 소홀	항행법규 위반	당직 근무 태만	O.W	
2	Big	Big	Middle	Small	9

⋮

NC	원인속성		ND
	조선 부적절	O.W	
16	Big	Small	10

* NC: number of cluster, ND: number of data

3.5 협조적인 응답

본 논문에서는 다음과 같은 대체응답 알고리즘을 이용하여 협조적인 응답시스템을 구축한다.

step 1: 사용자는 k번째 정성적인 속성에 대해서는 시스템이 제공한 레이블 중에서 l번째 레이블 L_k^l를 선택한다.

step 2: 정성적 속성에 대해 입력된 언어적 레이블 L_k^l의 중심값 avg_k를 계산한다.

step 3: 사용자의 입력 즉, 벡터 $Vinput(avg_k)$와 퍼지 클러스터링을 통해 생성된 퍼지클러스터의 중심벡터와의 유클리트 거리를 구한다.

step 4: 최소의 거리를 갖는 퍼지 클러스터의 언어적 레이블을 출력하고 해당 클러스터의 데이터를 출력한다.

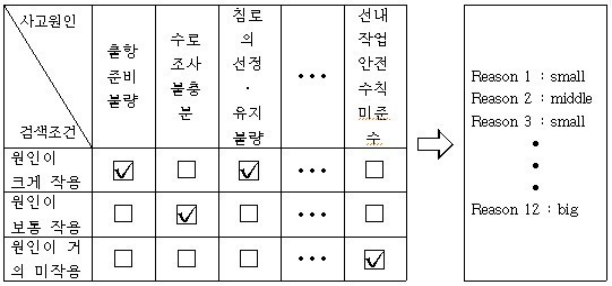

그림 6. 해양사고의 원인에 대한 사용자의 선택
Fig. 6. User's selective of marine accident's reasons

퍼지클러스터링과 언어적 레이블의 할당을 통해서 구축된 데이터베이스를 그림 6.과 같은 방법으로 입력하여, 일치하는 클러스터가 있으면, 해당 데이터를 출력하고, 그렇지 않으면 사용자의 입력에 가장 근접한 데이터를 대체 응답으로 제공한다.

4. 제안 검색시스템 응용 및 결과고찰

본 논문에서는 해양안전심판원에서 제공한 2007년도에 재결된 79개의 해양사고사례를 분석하여, FCM법으로 분류시켜 언어적인 레이블을 통해 KDB를 구축하였다.

그림 7.은 종류 속성으로 검색한 결과이다.

```
User's query:    category  4 화재 폭발 : big
                 category  5 침몰      : big
                 category  8 사상      : middle
                 O.W                   : small

Retrieval result:
  There is no cluster meet your selections
  But there are 3 marine accidents near to your query
  : No.5   No.32   No.37
```

그림 7. 종류에 의한 검색 결과
Fig. 7. Retrieval result by categories

그림 7.에서 사용자의 질의 입력이 종류속성 ④ "화재 폭발"에 대해서 "관계가 큼", 종류속성 ⑤ "침몰"에 대해서 "관계가 큼", ⑧ "사상"에 대해서 "보통 관계", 다른 종류 속성에 대해서 "관계가 적음"인 경우, 시스템은 입력을 정확히 만족하는 클러스터가 없었기 때문에, 그에 가장 가까운 클러스터에 속하는 3개의 사고 사례를 대체 응답으로 제공함을 알 수 있다.

그림 8.은 원인 속성으로 검색한 결과이다.

```
User's query:    reason  5 조선부적절      : big
                 reason  6 경계소홀        : middle
                 reason  9 항행법규 위반   : big
                 reason 10 복무감독 소홀   : middle
                 O.W                       : small

Retrieval result:
  There is no cluster meet your selections
  But there are 4 marine accidents near to your query
  : No.2   No.21   No.30   No.56
```

그림 8. 원인에 의한 검색 결과
Fig. 8. Retrieval result by result

그림 8.에서 사용자의 질의 입력이 원인속성 ⑤ "조선부적절"에 대해서 "관계가 큼", 원인속성 ⑥ "경계소홀"에 대해서 "관계가 있음", 원인속성 ⑨ "항행법규 위반"에 대해서 "관계가 큼", 원인속성 ⑩ "복무감독 소홀"에 대해서 "관계가 있음", 다른 원인속성들에 대해서 "관계가 거의 없음"일 경우, 시스템은 입력을 정확히 만족하는 클러스터가 없었기 때문에, 그에 가장 가까운 클러스터에 속하는 4개의 사고 사례를 대체 응답으로 제공함을 알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 지능형 해양사고 DB 검색시스템을 구축하기 위하여 해양사고 종류 및 원인의 속성을 DB화하고 FCM법으로 클러스터링하여 얻어진 유사도가 높은 데이터들을 사용자의 언어적인 표현으로 검색이 가능하도록 언어적 레이블을 사용하여 KDB를 구축하였으며, 사용자의 입력에 협조적인 응답을 제공하는 알고리즘을 이용하여 지능형 해양사고 DB 검색시스템을 구축하였다.

구축된 지능형 해양사고 DB 검색시스템을 사용한 결과, 복수의 종류와 그 종류에 해당하는 정도 및 복수의 원인과 그 원인이 미친 영향에 대한 사용자의 언어적 질의에 대해 적절한 응답을 제공하는 결과를 얻어 그 시스템의 효율성을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] 해양사고 재결서, 해양 안전 심판원, www.kmst,go,kr:8080/kmst/search.

[2] G.K.Park,"Learing Based on the Interpretation of Linguistic Instructions Using Fuzzy Theory", *Tokyo Institute of Technology, Doctor Thesis*, 1993.

[3] G.K.Park and M.Sugeno,"Learning Based on Linguistic Instruction using Fuzzy

Theory", *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and System*, vol.4, No.6 pp.1164-1181, 1992.
[4] NAKAJIMA.H and SENOH.Y,"A spead-sheet-based fuzzy retrieval system", *Interational journal of interlligent system* ISSN 0884-8173.
[5] William J.Frawley, Gregory Piatetsky-Shapiro, and Christopher J. Matheus "knowledge discovery in database", *AI Magazine*, Vol.13, No. 3, 1992.
[6] L. A. Zadeh, et al, *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Systems*, World Scientific Press, 1996.
[7] 박계각, 정인, 황승욱, "언어적 지식 추출을 이용한 데이터베이스 검색 시스템", *한국퍼지 및 지능 시스템학회 논문지*, Vol.6, No.1. 1996.

저 자 소 개

박계각(Gyei-Kark Park)

제19권 2호 (2009년 4월호) 참조

관심분야 : 지능시스템, 해사정보시스템, 항만 물류 및 국제 경제학
Phone : 061-240-7164
Fax : 061-240-7151
E-mail : gkpark@mmu.ac.kr

한욱(Xu Han)

2007년 : 중국 대련해사대학교 항해기술학과 졸업
2009년~현재 : 한국 목포해양대학교 해상운송시스템학과 석사과정

관심분야 : 지능시스템, 해사정보시스템
Phone : 010-2297-1915
Fax : 061-240-7151
E-mail : ddxboy@hotmail.com

김영기(Young-Ki Kim)

2004년 : 목포해양대학교 해상운송시스템학과 졸업
2009년~현재 : 동 대학원 해상운송시스템학과 석사과정

관심분야 : 지능시스템, 해사정보시스템, 항만 물류 및 국제 경제학
Phone : 011-9433-2975
Fax : 061-240-7151
E-mail : ykkim@mmu.ac.kr

오세웅(Se-Woong Oh)

제19권 2호 (2009년 4월호) 참조

관심분야 : 해양GIS, 전자해도, 데이터베이스 통합, 퍼지이론
Phone : 042-868-7297
Fax : 042-869-0435
E-mail : osw@moeri.re.kr