

인적오류 예방을 위한 연구접근방법 고찰

† 임정빈 · 양형선*

†, * 목포해양대학교 항해학부

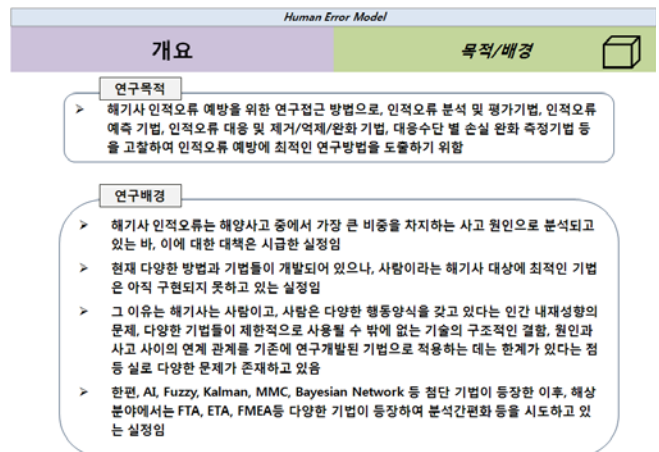
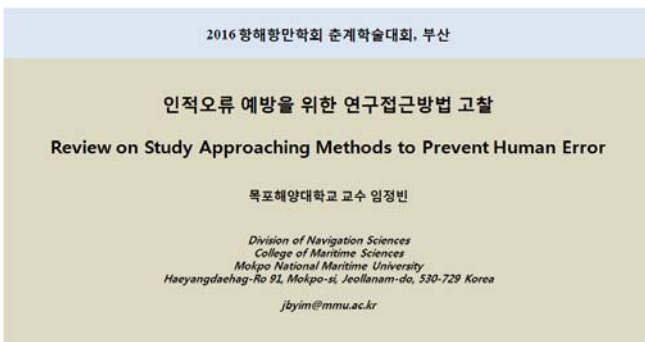
Review on Study Approaching Methods to Prevent Human Errors

† Jeong-Bin Yim · Hyeong-Sun Yang*

†, *Division of Navigation Science, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 인적오류 예방은 해양사고 예방에 가장 중요한 이슈로 현재 인식되고 있다. 현재 이러한 인적오류를 예방하기 위한 다양한 과학적인 기법들이 등장하고 있으나, 실제 인적오류를 예방할 수 있는 기법은 아직 개발되어 있지 못한 실정이다. 그 이유는 인적오류의 발생 원인과 특징이 사람을 대상으로 하기 때문에 실로 방대하고 원인식별이 어려우며, 원인과 결과 사이의 인과관계 구축에는 한계가 있기 때문이다. 기존 개발된 다양한 기법들은 이론적으로는 완벽할 수 있으나, 실제 방대한 원인과 결과 사이에 형성된 연계체인을 모두 흡수하기가 곤란하기 때문이다. 현재 IMO의 공적안전성평가(FSA) 기법이 해상분야에 널리 적용되고 있으나 구체적으로 어떠한 기법을 적용하여 인적오류를 적용할 수 있는지에 대해서는 아직도 애매모호한 실정이다. FTA, ETA, FEMA, SWIFT 등 다양한 분석기법의 등장과 AI, Fuzzy, MMC, Kalman 등 기초과학분야의 기본적인 이론과 기술을 적용할 수 있으나 인간의 인적오류 식별과 분석 및 평가와 예측에는 한계가 있는 것이 현재의 실정이다. 한편 최근에는 기존에 많은 문제점을 내포하고 있는 것으로 고려되었던 베이저안 네트워크(Bayesian Network, BN)가 다시 분석과 예측 분야에 등장하고 있는데, BN의 장점을 수용하고 단점을 해결할 수 있는 방법들이 연구되고 있기 때문이다. BN의 장점은 전방추론과 후방추론을 적용하여 사고의 원인과 결과를 분석한 후, 이에 대한 해결 방안을 식별할 수 있기 때문이다. BN의 단점은 이진(binary) 구조의 데이터만을 수용할 수 있기 때문에 상관 변수들이 방대한 경우 계산시간이 방대해지고 이를 모두 수용할 수 있는 방법이 없기 때문이다. 따라서 BN 구조를 어떻게 설계하는지가 최근의 이슈로 등장하고 있다. 본 연구에서는 이러한 제 문제점을 고찰하고 인적오류 모델 개발에 최적인 방법 또는 기술을 모색하는데 있다.

핵심용어 : 인적오류, 해양사고, 연구접근, 인과관계, 베이저안 네트워크



† 교신저자 : 종신회원, jbyim@mmu.ac.kr

* 정희원, epicyang@mmu.ac.kr

Human Error Model

개요 목적/배경(계속)

- 연구배경 (계속)
- 최근에는 Bayesian Network(BN)를 이용한 다양한 연구가 등장하고 있는데, 기존 BN의 문제점을 해결한 새로운 기법이 등장함에 따라 점차 그 응용범위가 넓어지고 있음
 - 그러나 BN의 문제점은 Yes/No 라는 이진방식의 데이터만을 취급하기 때문인데, 이에 대한 해결방안으로 분포함수를 이용한 방법이 등장하고 있음
 - 이러한 분포함수 역시 이진방식으로 취급하고 있기 때문에 여전히 BN의 구조적인 문제는 미하결 과제로 남아 있는 상태임
 - 한편, BN의 구조를 목적에 맞게 설계한다면 어느 정도 문제해결이 가능한 것으로 조사되었는바, 인적오류 모델의 구조를 어떻게 설계할 것인가의 문제가 대두되고 있음
 - BN 구조의 문제는 노드가 증가할 수록 계산량이 기하급수적으로 증가하는 것인데, 이를 위해서 상업용 슈퍼컴퓨터를 적용하는 사례가 증가하고 있음
 - 본 연구에서는 기존의 다양한 방법들을 고찰하여 인적오류 모델 구축에 최적인 기법을 고찰하는데 있음

Human Error Model

연구절차 BN 적용 예

▶ 베이즈(Bayes)의 정리는 사전확률과 우도함수를 측정하여 사후확률을 구하는 것(Forward Propagation)으로, 역으로 사후확률을 임의로 변경하는 경우 사전확률의 변경 양을 측정하는 것인(Backward Propagation)

• 가설 : 해기사는 인적오류를 야기한다.
 • 사전확률(Prior probability) : 해기사 50,000명이 야기한 인적오류는 500건/년이다. 즉, $(500\text{건}/\text{년}) / (50,000\text{명}) = 0.01\text{건}/\text{년}\cdot\text{명}$
 $p(H) = 0.01 \quad p(\bar{H}) = 0.99$

• 증거 : 해양사고 통계 결과, 해기사의 인적오류에 의한 해양사고는 전체 사고 중에서 70%를 차지한다.
 $p(E | H) = 0.7 \quad p(E | \bar{H}) = 0.3$

베이즈의 정리

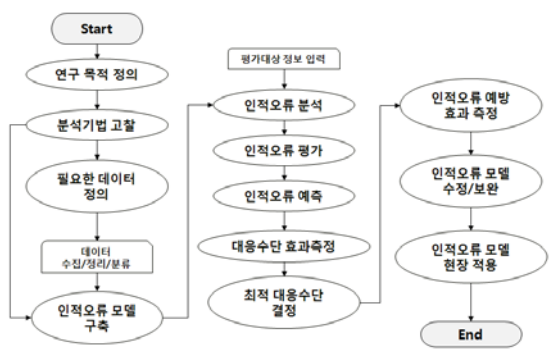
$$p(H | E) = \frac{p(E | H)p(H)}{p(E)} = \frac{p(E | H)p(H)}{p(E | H)p(H) + p(E | \bar{H})p(\bar{H})}$$

$$p(H | E) = \frac{0.7 \times 0.01}{0.7 \times 0.01 + 0.3 \times 0.99} = \frac{0.007}{0.304} = 0.023$$

결론 : 해기사 1명이 해양사고를 야기할 확률은 2.3% 정도이다.

Human Error Model

연구절차 연구 흐름도



Human Error Model

연구절차 BN 적용 예

▶ 베이즈(Bayes)의 정리는 사전확률과 우도함수를 측정하여 사후확률을 구하는 것(Forward Propagation)으로, 역으로 사후확률을 임의로 변경하는 경우 사전확률의 변경 양을 측정하는 것인(Backward Propagation)

• 가설 : 해기사의 인적오류는 해양사고를 야기한다.
 • 사전확률(Prior probability) : 연평균 해양사고 500건 중 인적오류에 기인한 사고는 350건을 차지한다. $(500\text{건}) / (350\text{건}) = 0.7$
 $p(H) = 0.7 \quad p(\bar{H}) = 0.3$

• 증거 : 해양사고 통계 결과, 충돌사고는 전체 해양사고 중에서 25%를 차지한다.
 $p(E | H) = 0.25 \quad p(E | \bar{H}) = 0.75$

베이즈의 정리

$$p(H | E) = \frac{p(E | H)p(H)}{p(E)} = \frac{p(E | H)p(H)}{p(E | H)p(H) + p(E | \bar{H})p(\bar{H})}$$

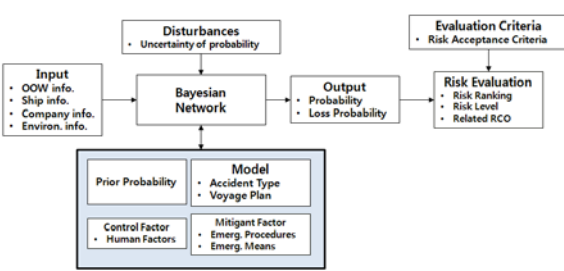
$$p(H | E) = \frac{0.25 \times 0.7}{0.25 \times 0.7 + 0.75 \times 0.3} = \frac{0.175}{0.304} = 0.4375$$

결론 : 전체 해양사고 중에서 해기사의 인적오류에 기인한 충돌사고는 43.75%가 발생 가능하다.

Human Error Model

연구절차 모델 구조

▶ BN을 적용한 해기사 인적오류 모델의 프레임 구조는 다음과 같음



Human Error Model

고찰 추후 연구과제

- 인적오류 예방을 위한 연구접근 방법으로는, Bayesian Network(BN)가 가장 최적일 것으로 고려되지만, BN의 문제점 해결을 위해서는 BN의 구조 설계가 가장 핵심일 것으로 고려된다.
- 특히, 변수가 2개 이상 증가하는 경우 이에 대한 해결 방안으로는 BN의 구조를 분산시키는 방법이 효과적일 것인데, 문제는 후방 예측이 불가능해진다.
- BN의 구조를 분산시키는 경우 하나의 해결 방안은 분산 구조를 구축하되, 가지 노드를 이용하여 여러 갈래의 줄기 구조로 모델을 구축하는 방안도 고려할 필요가 있다.
- 이러한 경우 후방 예측이 가능할 것인가에 대해서는 추후 연구할 과제이다. 향후 BN 도구를 활용하여 이에 대한 해결가능 여부를 조사할 필요가 있다.

후 기

본 논문은 해양수산부의 '해양안전사고 예방시스템 기반연구(2단계)'과제의 연구결과임을 밝힌다.

참 고 문 헌

- [1] 임정빈, 양원재, 조수산, 김종호, 이동주, 정보영(2013), “인적과실 기인 해양사고 예방을 위한 위기제어선택 지원 시스템 설계,” 2013년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 96 - 98
- [2] 임정빈, 양원재, 김홍태(2014), 해양사고 분석론, 제일기획, pp. 1 - 392
- [3] 임정빈, 이홍훈, 김득봉, 정재용, 양원재(2015), “해양사고 예방을 위한 인적요인 관리기술 개념 고찰,” 2015년도 한국항해항만학회 춘계학술대회 논문집, pp. 233 - 235
- [4] 양시일, 정재용, 임정빈(2015), “해양사고의 새로운 위기요소 식별에 관한 기초 연구,” 2015년도 한국항해항만학회 춘계학술대회 논문집, pp. 236 - 238
- [5] 조수산, 장은진, 임정빈(2015), “인적 모델 개발에 필요한 통계 데이터 고찰,” 한국항해항만학회 2015년도 춘계학술대회, 부산 아르피나, pp. 193-195
- [6] Agena(2015), *AgenaRisk 6.2 User Manual*, pp. 1 - 193, www.agenarisk.com
- [7] John Sandiford(2015), *Bayesian network internals - inference algorithms, time series & distributed learning with Big Data*, BAYES SERVER, The London Big-O Meet up-march 2015, pp. 1 - 52
- [8] Norman Fenton and Martine Neil(2013), *Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks*, CRC Press ISBN 978-1-4398-0901-5, pp. 1 - 493
- [9] Yim J. B., Yang H. S., Yang W. J., Jeong J. Y., Kim D. B. and Lee H. H.(2015), “Human Error Model with Concept for the Situation Awareness,” Proceedings of ANC 2015(CD Version), Kitakyu-Su, Japan, pp. 394-400