

안전항해를 위한 인지작업분석 기법 개발과 적용사례

† 홍승권

† 한국교통대학교 산업경영공학과 교수

Development of a Cognitive Work Analysis Method for Safe Ship Navigation and a Case Study

† Seung-Kweon Hong

† Department of Industrial and Management Engineering, Korea National University of Transportation, Chungju 380-702, Korea

요 약 : 항해사들이 선박을 운항하는 과정에서 수행하게 되는 인지작업을 체계적으로 분석한다는 것은, 선교장비들의 개선, 교육훈련 방법의 개발, 잠재적인 인적오류의 추출 등 다양한 안전항해를 위한 방안들을 마련하기 위한 기초 작업이다. 항공기나 원자력발전 시설과 같이 인적오류에 대해 많은 연구가 수행되어온 분야에서는 인지작업을 분석하기 위한 다양한 분석기법들이 개발되었고, 개발된 기법들을 적용해 왔다. 그러나 해양분야에서는 아직까지 인지작업분석에 대한 연구가 미진한 편이다. 본 연구에서는 선박운항과정에서 수행하는 인지작업을 체계적으로 분석할 수 있는 하나의 인지분석방법을 제안하였다. 제안된 분석방법은 선박운항의 특성들을 반영하고, 인지작업에 영향을 미치는 다양한 요인들을 고려할 수 있도록 개발되었다. 한편 사례분석으로서 컨테이너선 충돌사례에서의 인지작업을 제안된 방법으로 분석하였다.

핵심어 : 인지작업, 충돌사고, 인적오류, 작업분석방법, 교육훈련

Abstract : What to analyze cognitive works that are involved in ship navigation is a basic work to make alternatives for maritime safety such as development of bridge equipments, extraction of potential human errors and development of education/ training methods. In the domains in which much research on the human error has been performed such as aviation and nuclear plant, analysis methods for cognitive work analysis have been developed and applied to them. However, the research on the cognitive work analysis is not sufficient in the maritime domain. This paper proposes a method to analyze cognitive work of ship navigation. The method was developed so that some maritime characteristics and a variety of factors influencing cognitive works are reflected on cognitive work analysis processes. On the other hand, an ship collision accident was analyzed by the proposed method as a case study.

Key words : cognitive work, ship's collision, human error, work analysis method, education and training

1. 서 론

인지작업이란 인간의 지각, 기억, 추론과 의사결정과 같은 정신활동을 의미한다. 오늘날 각 산업분야에서는 인지작업의 비중이 높아가고 있다. 과학문명의 발전으로 인하여 인간의 육체적인 힘에 의존하여 수행하던 작업들을 자동화 기계가 맡아서 수행하게 되면서 나타나는 일반적인 현상이다. 즉, 앞으로 인간이 수행하는 작업에서 육체적인 작업이 차지하는 비중은 줄어들고 인지작업이 차지하는 비중이 점점 늘어갈 것이다.

우리사회의 일반적인 작업형태 변화와 같이, 해상작업도 육체적인 작업보다는 인지작업이 늘어나고 있다. 특히, 요즈음에 선박장비들이 자동화됨에 따라 항해사들이 수행하는 작업은 주로 인지작업이 되고 있다. 이러한 상황에서 해상작업의 효율성을 높이고, 인적오류를 감소시키기 위해서는 선원들의 인지작업에 대한 면밀한 분석이 절실하다 할 것이다.

일반적으로 작업분석이란 “인간이 특정 시스템에서 어떤 일을 어떻게 수행하는지를 분석하는 과정”이다. 일반적으로 작업분석자들이 작업분석을 수행하는 목적은 안전문제 해결, 생산성 향상, 기능분배, 소요인력 파악, 작업조직 설계, 작업설계 및 인터페이스 설계, 훈련 및 작업절차설계 등이다 (Kirwan & Ainsworth, 1992). 매우 다양한 작업분석 기법들이 개발되어 왔다. 특정한 작업분석 기법은 특정한 작업내용과 특정한 작업환경에 맞추어 고안되었다. 따라서 무작의적으로 특정 작업분석 기법을 선택하여 사용하면, 작업분석의 목적을 달성하기 어렵다. 따라서 작업의 특성에 맞는 작업분석 기법을 선정하거나 기존 기법을 분석하고자하는 목적과 작업특성에 맞게 수정한 후에 작업분석을 하는 것이 바람직하다.

본 연구의 대상인 인지작업분석은 전통적인 작업분석을 더 확장시킨 개념이며, 가시적인 작업 수행의 기저에 있는, 즉, 작업을 수행하는 과정에서 작업자의 두뇌에서 수행되고 두뇌에 내재되어 있는 작업의 목적, 사고과정, 지식 등의 정보를

† 교신저자 : 연희원, skhong@ut.ac.kr 043)841-5304

찾아내고, 분석하는 활동이다 (Schraagen et al., 2000).

인지작업 분석 기법들도 다양하게 개발되었다. 인지작업의 특성에 따라 적절한 기법들이 개발되고 사용되어 왔다. 특히, 인지작업이 중요하고, 인적오류가 사고의 지대한 영향을 미치는 분야에서 많은 연구들이 수행되었다. 예를 들어, 비행조종사들의 조종업무에 대한 인지작업 분석(e.g. Bautsch et al., 1997; Kirlik et al., 1993), 원자력 발전소 운전원들의 제어업무에 대한 인지작업 분석(e.g. Cacciabue et al., 1992; Smidts et al., 1997)을 위한 기법들이 개발되었다. 국내에서도 항공기 관제 업무에 대한 인지작업분석을 수행하고, 이 결과를 이용하여 관계 디스플레이를 제안하기도 했다(Ko & Myung 2006). 본 연구의 대상이 되는 해상작업에 대한 인지작업 분석에 대한 기존연구는 풍부하지 않지만, 몇몇 연구자들에 의해 수행되었다.

Lee and Sanquist (2000)은 항해장비 자동화에 따라 유발된 인지작업부담의 유형과 기존장비를 사용할 때의 인지작업부담 유형을 비교분석을 분석하기 위해 OFM(operator function model)을 사용하였다. Sanquist et al. (1994)는 장비설계 및 훈련을 평가하기 위해 해상작업에 대한 인지작업분석 방법을 제시하였다. Lee et al. (1997)은 “승무원 결정은 승무원들이 수행하는 인지작업의 난이도”에 따라 결정된다는 전제하에 승무원들의 인지작업을 분석하였다. 한편 Itoh et al. (2001)은 선박항해 과정에서의 위험성을 평가하기 위해 시뮬레이션을 개발하였다. 이 시뮬레이션의 한 부분이 선원의 인지작업에 대한 시뮬레이션이었다.

본 연구에서는 선박항해과정에서 선교(ship bridge)에서 일어나는 인지작업을 분석할 수 있는 인지작업분석 프레임워크를 개발하고 이를 활용한 항해업무와 관련된 사례분석을 실시하고자 한다. 선박 운항과정에서 항해사들이 수행하는 인지작업은 매우 다양하고 많은 요인들에 의해 영향을 받는다. 인지작업은 궁극적으로 한 개인이 두뇌에서 수행되는 작업이기 때문에 항해사의 개별 능력에 따라 결정된다고 오해할 수 있다. 그러나 인지작업은 항해사 개인의 능력뿐만 아니라, 항해사에게 주어진 업무, 항해장비, 해양환경 그리고 조직의 특성/문화와 관련 제 규정 등과 같은 많은 요소들이 인지작업과 밀접한 연관관계를 갖는다. 본 연구는 이러한 복잡하고 다양한 요인들을 동시에 고려하면서, 항해사들을 인지작업을 분석할 수 있는 인지작업분석 프레임워크를 개발하고자 한다.

2. 항해작업 분석 프레임워크의 개발

2.1 분석 프레임워크의 구성 및 설계방향

항해사의 인지작업에 다양한 요인들이 영향을 주기 때문에 인지작업 분석과정에서 가능한 한 많은 영향요인들을 고려하여야 한다. 이를 위한 분석 프레임워크가 필요하다. 항해사의 인지작업에 영향을 미치는 요소에는 기후, 지형, 조류와 같은 자연/지리적 환경과 같은 환경적 요인, 그리고 작업을 수행할

때 준수해야하는 각종 규정 및 규칙과 같은 규범적 요인이 존재한다. 또한 항해사들이 작업을 수행할 때 다루게 되는 장비들(ECDIS, ARPA 등)의 특성에 따라 항해사의 인지작업은 다른 패턴으로 나타나게 된다.

이렇게 다양한 영향 요인들을 체계적으로 분석하기 위하여 영향요소들의 계층구조와 상호연계성을 분석할 수 있는 분석 프레임워크가 필요하다. 이를 위해 작업영역 분석 방법의 하나인 추상화 계층구조(abstraction hierarchy) 모델을 활용하였다. 이 모델은 다양한 분야에서 작업영역을 분석하기 위해 활용되어 왔다(Vicente, 1999).

한편 작업영역분석의 “일반적 기능”은 항해과정에 항해사들이 수행하는 업무를 나타내는데 이 업무를 자세하게 분석하기 위해 분석 프레임워크가 필요하다. 이를 위해 OFM(operator function model)을 활용하였다. OFM은 Mitchell and Miller(1986)에 의해 제안된 분석방법이며 서론에서 기술한바와 같이 해양분야를 비롯하여 다른 분야에서도 활용된 사례가 있다(Thurman et al., 1998),

또한 항해사가 특정한 작업을 수행하는 과정에서 각 항해사들의 개별적 특성에 따라 다양한 패턴의 인지활동을 할 수 있다. 이 인지활동들은 항해사들의 습관, 지식 및 그들의 전략에 따라 다양하게 나타날 수 있다. 이러한 인지활동을 분석하기 위해 의사결정 사다리 모델 (decision ladder model)을 활용하였다 (Rasmussen, 1983).

본 연구에서 제시하는 인지작업분석 프레임워크의 구성은 ① 작업영역분석 서브 프레임워크, ② 기능분석 서브 프레임워크, ③ 인지과정 분석 서브 프레임워크로 구성되어 있으며, 서브프레임워크 간의 관계는 Fig. 1과 같다.

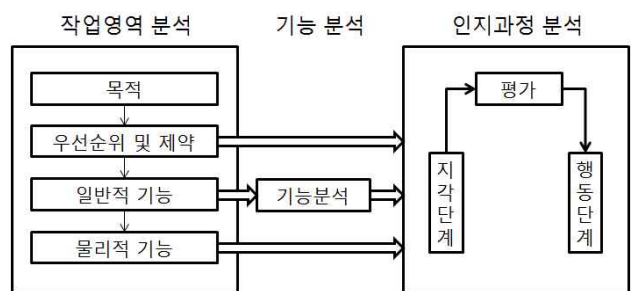


Fig. 1 Cognitive work analysis framework for ship navigation.

2.2 작업영역 분석

항해사들은 운항업무를 수행하기 위해서 작업영역(work domain)에 대한 정확한 지식을 갖고 있어야 한다. 일반적으로 특정 작업의 전문가는 대상 작업영역에 대한 정확한 지식을 소유하고 있다고 할 수 있다. 작업영역분석은 작업을 수행하기 위해서 필수적인 작업영역에 대한 지식을 분석하고 모델화하는 것이다.

작업영역분석(work domain analysis)을 통해 작업에 영향을 주는 다양한 요인들을 분석하고 이 결과를 모델화할 수 있

다. 추출된 요인들은 계층구조로 표현되며, 계층간의 관계뿐만 아니라 계층내의 관계를 표현한다. 따라서 작업영역 분석결과로부터 작업영향요소들의 상관성을 명확히 볼 수 있다.

본 연구에서 사용한 작업영역분석 방법은 추상화 계층구조다. 이 방법은 먼저 분석대상 시스템의 목표를 설정하고, 목적을 달성하기 위한 관련요인들을 다음과 같이 계층적으로 표현한다. 각 계층에 표현되어야 할 내용들은 다음과 같다 (Vicente, 1999).

- 첫 번째 계층은 대상 시스템의 목적을 명확히 표현한다. 항해 시스템은 안전하고 효율적인 운항이 목적이라고 할 수 있다.
- 두 번째 계층은 설정된 목적을 달성하기 위한 수단을 표시하며, 환경, 사회문화적 제약 그리고 관련 규정 및 규칙들을 표현한다. 즉, 환경과 사회적 특성을 고려하고 정해진 규범을 잘 준수하는 것이 선박운항의 목적을 달성하는 첩경이 되는 것이다.
- 세 번째 계층은 해당 시스템의 일반적인 프로세스를 나타내게 된다. 세 번째 계층 또한 두 번째 계층에서 설정된 항목들을 달성하기 위한 수단을 표시한다. 항해 시스템에서는 항해계획이나, 위험평가, 코스조정, 항해실시의 기능들이 일반적인 선박운항 프로세스이며, 이 프로세스는 두 번째 계층에서 설정된 목적을 달성하기 위한 수단이라고 할 수 있다.
- 네 번째 계층은 물리적 기능단계라고 하며, 일반적 기능(프로세스)의 수행을 위해 사용되는 물리적인 요소 즉 기계/장비 등의 기능을 나타낸다. 네 번째 계층 또한 세 번째 계층에서 설정된 기능을 달성하기 위한 수단이 된다. 예를 들어, 코스조정의 목적을 달성하기 위해서 수단으로써, 감시시스템, 기동시스템, 환경센서 시스템 등이 사용된다.

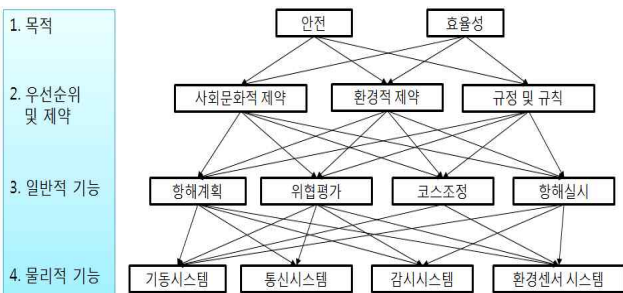


Fig. 2 Work domain analysis of ship navigation by abstraction hierarchy

추상화 계층구조에 입각하여, 작성된 선박운항작업의 작업영역분석 내용은 Fig. 2와 같다. 추상화 계층구조는 작업영역의 기능과 대상물들(objects)을 수단-목적 계층도로 묘사한다는 특성이 있다. 그러나 일반적인 수단-목적 계층도는 행동 측면을 묘사하고 있다(Newell & Simon, 1972).

2.3 기능 분석

기능분석은 작업영역분석 프레임 워크상의 “일반적 기능”을 세분화하는 것이다. 본 연구에서는 이를 위해 OFM을 사용하였다. OFM은 복잡한 시스템에서 작업자의 역할을 표현하기 위해 개발된 기법으로서, 특정한 상태가 되었을 때, 특정한 기능이 요구됨을 나타내는 그래프 방식의 표현기법이다. Fig. 3은 OFM의 구성요소간의 관계를 나타내고 있다.

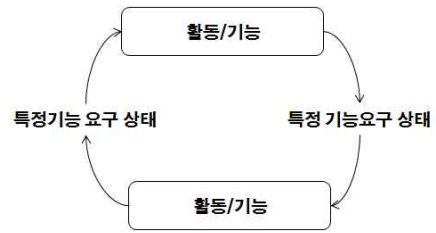


Fig. 3 Relationship between basic elements of the OFM

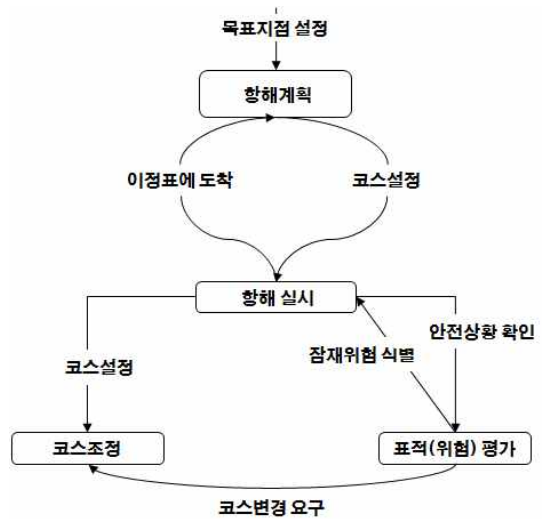


Fig. 4 Relationship of general functions described by OFM

Fig. 4는 선박항해의 일반적 기능들 간의 관계 즉, 항해계획, 항해실시, 코스조정, 위험평가 기능들의 관계를 OFM에 의해 표현한 것이다. Fig 4 상의 각 기능들은 더 세분화 될 수 있다. 예를 들어 Fig. 5와 Fig 6은 코스조정과 위험평가 기능을 세분화한 일례를 보이고 있다.

OFM은 규범적 모델이기 때문에, 특정한 상태가 되었을 때, 특정한 기능을 수행하게 된다는 것을 표현하고 있다. 따라서 인간(항해자)의 인지능력이나 선호도에 따라 달리 행동하고 사고하는 과정에 대해서는 묘사를 하지 못하는 단점이 있다. 그러나 바람직한 행동과 사고과정을 표시하고 있다.

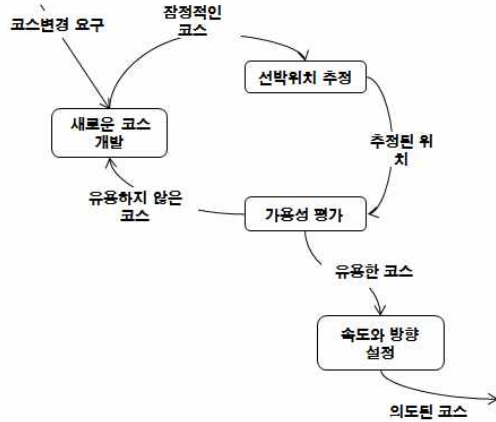


Fig. 5 OFM of course adjustment

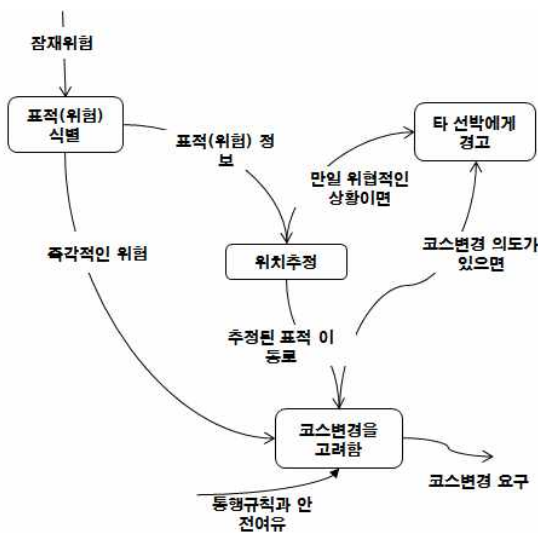


Fig. 6 OFM for target evaluation

2.4 인지과정 분석

작업영역 분석의 대상인 작업영역이나 기능분석의 대상인 기능은 인간이 특정한 업무를 수행하는 인지과정에 지대한 영향을 미치는 요인들이다. 이런 이유로, 앞에서 서술한 바와 같은 작업영역분석 방법과 기능분석 방법을 제시하였다.

러나 동일한 상황과 조건에서 같은 업무를 수행하는 과정에서의 인지활동은 개인차가 있을 수 있다. 인지작업 분석의 궁극적 목적은 업무 담당자의 인지과정을 분석하는 것이다. 본 연구에서는 항해사의 인지과정을 분석하기 위한 도구로써 의사결정 사다리(decision ladder) 모델을 활용하였다.

의사결정 사다리 모델은 Fig 7과 같은 구조로 되어 있으며, 사다리의 왼쪽은 지각단계들로 구성된다. 오른쪽은 의사결정이나 행동의 단계들로 구성된다. 어떤 사람이 외부로부터 어떤 신호를 받고 행동으로 옮기는 전형적인 일련의 과정을 나타내는 모델이다. 사람은 신호를 탐지하고 개입의 필요성을 파악한 후, 다음 행동의 방향을 정하기 위해 주의를 기울여서 관찰한다. 관찰을 통해 현재 상태를 파악한 다음 최종 목적과 일치하는지 평가하고 애매성을 해석한다. 이러한 평가와 해석

을 기초하여 시스템의 목표 상태를 선택하고, 시스템의 조건에 따라 과제를 정의한다. 과제가 결정되면 적절한 절차를 선택하여 실행을 하게 된다. 이 모델에서 사각박스는 인간이 정보를 처리하는 활동을 표시하고, 타원은 정보처리 활동 후에 형성된 지식상태를 표시한다.

이러한 전형적인 인지과정은 수행하는 사람에 따라 일부절차들을 생략하기도 한다. 수행하는 작업에 전문가가 되면 될수록 중간절차를 생략하면서도 담당업무를 수행할 수도 있다. 이 모델을 기준으로 어떤 사람의 인지과정을 분석하면, 인지과정에서 문제가 발생하는 부분도 추출할 수 있다.

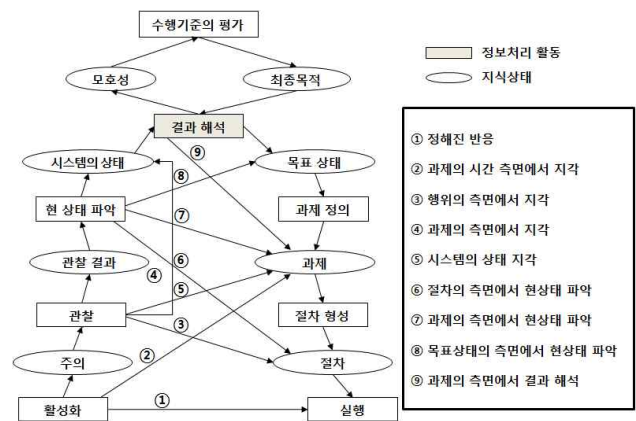


Fig. 7 Decision ladder model of Rasmussen (1983)

3. 사례분석

3.1 분석대상 해상작업

본 연구에서는 컨테이너선 충돌사고 사례를 활용하여 인지작업분석을 실시하였다(Kim et al. 1999). 이 사고는 200X년 12월 X일 2135시경 Hong Kong항 동남쪽 약 23마일 떨어진 해상에서 중국 Y항을 출항하여 Singapore항으로 항해하던 2천TEU급 A컨테이너선과 중국 C항을 출항하여 중국 Shanghai항으로 항해하던 6천TEU급 B컨테이너선이 교차 항해관계에서 충돌하였다.

당시 A선은 중국 Y항을 1918시에 출항하여 2030시경에 협수로를 빠져 나와 선장이 당직 항해사인 삼등항해사(3/0, third officer)에게 당직을 인계하고 선교에서 내려갔다. 선장이 약 30분~1시간 후면 Hong Kong항 입출항 선박들과 조우할 수 있으며 만일 애매한 횡단선이나 어선군과 조우할 경우 즉시 호출할 것을 지시하였고 삼등항해사도 이를 복창하였다. 선장이 선교에서 내려갈 때에는 주위에 통항선이 없었고 기상도 양호한 상태였다. Table 1은 충돌사고가 발생하는 과정에 대한 자세한 설명이다.

Table 1 Accident process of the ship collision

시점	상황
2027	수동조타에서 자동조타로 변경(침로 196도)
2030	선장 선교 떠남(본선 속력 약 19노트 : Load Up 완료)
2110경	본선 우현 약 12마일 떨어진 곳에서 항해하던 B선을 레이더로 확인함. 본선과 교차관계인 것을 확인하고 CPA가 1.2~1.3 마일인 것으로 측정하고 계속 주시함 (TCPA는 측정하지 않음)
2120경	본선 좌현에 있는 어선과의 근접을 피하기 위하여 침로를 우현 5도 변침하여 (Override control) 침로를 202도로 조정함. 상대 B선의 CPA는 그 이후 확인하지 않았으며, 삼등항해사가 사용하던 레이더(S-Band : 6마일 Range)로 Rel. Mode에서 백터를 확인한 결과 본선 후방으로 B선박이 통과할 것으로 예상함. 상대선의 침로나 속력을 확인하지 않았고 대략 16~17 노트 정도로 판단하였음(상대선이 6마일 떨어졌을 때 육안으로 확인함)
??? ^(주)	본선과 상대선의 거리가 2마일 정도 되었을 때 상대 선박이 우현으로 변침하는 것을 육안과 레이더로 확인하고 상대선박의 의도를 파악하고 있는 사이 상대선박이 장음 기적 1회를 울리는 것을 들었고, 본선도 장음 1회를 울린 뒤 사태의 심각함을 깨달았으며, 조타수가 우현 전타하였다고 하나 조타장치 기록상에는 우현 20도로 나타남
2135경	본선 선수부분과 상대선박 좌현 선교하부와 충돌함. (상대선박 연료유 유출로 오염사고 발생함)

(주) 불분명한 시점을 표시함

3.2 분석결과

컨테이너선 충돌 사고사례를 제안된 인지분석 프레임워크에 맞추어 분석하면, 작업영역 분석과 기능분석은 Table 2와 같다. 예를 들어, 21시 10분에 항해사는 B선을 확인하는 업무를 수행하였다. 이 과정은 작업영역분석의 “항해실시”와 “위험평가”라는 일반적 기능에 해당된다. 그리고 작업영역 분석의 네 번째 계층, 즉 물리적 기능은 “감시시스템”에 해당된다. 항해사는 다른 물리적 기능을 사용하지 않았다. 한편 작업영역분석의 두 번째 계층인 우선순위와 제약은 이 시점에서는 항해사의 업무수행에 영향을 미칠 수 있는 요인이 되지 않았다. 기능분석 측면에서 보면, 위험평가의 위치추정에 문제가 발생했다. 항해사는 CPA는 측정하였지만 TCPA를 측정하지 않았다.

Table 2 Process of cognitive work analysis for ship collision

시점	업무	작업영역분석	기능분석	비고
2027	수동조타 - 자동조타로 변환	환경 / 규범 / 사회문화	진행상황 모니터링	OK
		항해실시		
		기동시스템		
2110	B선을 확인	환경 / 규범 / 사회문화	위치추정(위험평가)	TCPA 측정하지 않음
		위험평가/항해실시		
		감시시스템		
2120	어선과의 근접을 회피 B선 항로 추정	환경 / 규범 / 사회문화	위치추정(B선 위험평가), 코스조정 의 모 든기능(어선)	B선 항로를 추정 하지 않음
		위험평가/코스조정		
		감시시스템, 기동시스템		
??? ^(주)	충돌방지를 위한 우현 20도	환경 / 규범 / 사회문화 위험평가/코스조정 감시시스템, 기동시스템	위험평가과 코스조정 의 모든기능	충돌방지 시간부 족

(주) 불분명한 시점을 표시

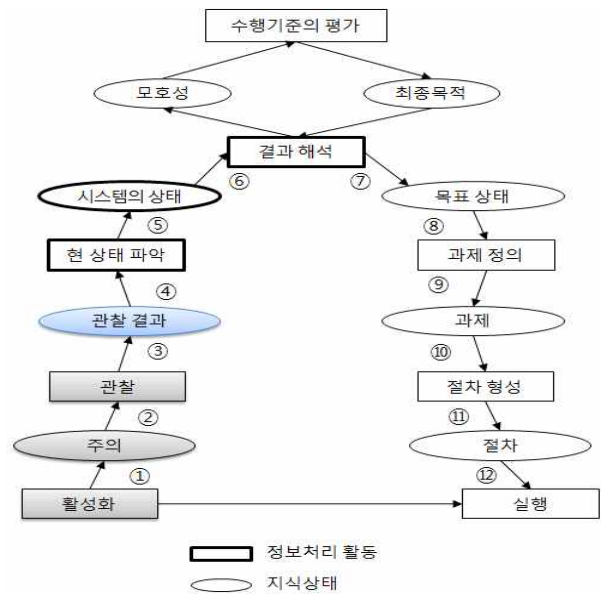


Fig. 8 Decision ladder for the 2010 task

한편 21시 10분의 항해사 업무수행을 인지과정 분석 프레임 워크에 비추어 보면, 활성화, 주의단계까지는 제대로 수행 하였지만, 관찰단계에서 불충분한 관찰을 실시하였다. 현 상태를 제대로 파악하는 과정에서 CPA뿐만 아니라, TCPA를 보고 시스템 상태를 판단했어야 했다. CPA만을 관찰하고 TCPA를 관찰하지 않은 것이다. 따라서 현 상태도 제대로 파악하지 못하게 되었다. 따라서 이러한 판단 때문에 후속되는 인지과정도 바람직하게 수행될 수 없었다. Fig 8은 의사결정 사다리에 의한 인지과정 분석결과를 표시하고 있다. 즉 3 단계(관찰과 관찰결과)에서의 잘못된 인지활동을 나타내고 있다.

한편 다른 예로서, 21시 20분에 이루어진 항해사의 업무는

접근하고 있는 어선에 대한 회피와 B선에 대한 위험평가 업무였다. 이 업무와 관련된 작업영역분석 프레임 워크 상의 내용은 일반적인 기능에 코스조정과 위험평가에 해당된다. 코스 조정에는 주위선박에 대한 견지도 포함되어야 한다. 그러나 항해사는 어선을 회피하면서 침로를 우현 5도 변침하였고, 이로 인하여 B선과의 충돌가능성이 더 높아졌다. 그러나 항해사는 다른 선박 특히 B선에 대한 견시를 제대로 수행하지 않았다. 육안으로 확인할 수 있음에도 불구하고, 육안 견지도 하지 않았고, 침로나 속력을 확인하지 않았다. 단지 B선의 항로를 추정하였다.

이러한 과정을 사다리 모델에 의해 분석하면, 항해사는 어선회피를 위해 관찰단계에서 B선에 대한 관찰을 동시에 수행해야 했다. 잘못된 관찰 때문에 현 상태 파악을 제대로 하지 못하게 되었다. 즉 어선회피 행동을 하기 전에 어선회피 행동이 미치는 영향에 대해 고려해야 한다. 그러나 항해사는 어선회피에만 급급하여 B선 선박에 대한 견시를 제대로 하지 못하였다.

4. 토의 및 결론

본 논문에서는 해상작업에서 수행되는 인지작업을 분석할 수 있는 분석 프레임 워크를 제안하였다. 이 프레임 워크는 인지공학분야에 사용되는 기법들을 조합하여, 선박운항업무를 수행하는 과정의 인지작업을 분석할 수 있도록 고안하였다. 그리고 제안된 분석 프레임 워크를 사용하여 충돌사고 사례를 분석하였다. 이러한 분석 프레임워크의 사용한 인지작업분석은 항해사의 인지작업에 어떠한 요인들이 직간접적으로 영향을 미치고 있는지를 조사할 수 있을 뿐만 아니라 항해사 개개인의 작업수행과정에서의 인지활동을 조명할 수 있다는 장점이 있다.

일반적으로 정밀한 인지작업분석을 수행하려면, 항해사의 업무수행과정을 면밀히 관측하고, 그 항해사가 무엇을 생각하면서 작업을 수행했는지, 왜 그런 행동을 했는지에 대한 세부 인지활동에 대한 인터뷰를 실시하여야 한다. 그러나 본 연구에서 사용한 사고보고서에는 세밀한 사고 과정에 대한 인지활동 데이터가 수록되어 있지 않기 때문에 세밀한 분석은 이루어지지 않았다. 제안된 분석 프레임 워크가 향후 신뢰성 있는 도구로써 활용되려면, 제안된 방법을 이용한 사례연구들이 다양하게 후속되어야 할 것이다.

후 기

이 논문은 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(인적요인에 의한 해양사고 예방 및 관리기술 개발).

참 고 문 헌

- [1] Bautsch S. H., Narayanan S. & McNeese D. M., (1997). "Development and evaluation of a cognitive model of human-performance in fighter aircraft." In Proceedings of the IEEE international conference on systems, man and cybernetics, Part 3, pp 2109 - 2133.
- [2] Cacciabue P. C., Decortis, F., Drozdowicz B., Masson M., & Nordvik J. O., (1992). "A cognitive simulation model of human decision making and behaviour in accident management of complex plant". IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 22(5) pp. 1058 - 1074.
- [3] Itoh, K. Yamaguchi, T. Hansen, J. P. & Nielsen, F. R. (2001), "Risk Analysis of Ship Navigation by Use of Cognitive Simulation" Cognition, Technology & Work, 3, pp. 4 - 21.
- [4] Kim G-S et al. (1999), Bridge Resource Management, Marine Edutech.
- [5] Kirlik A., Miller R. A., & Jagacinski R. J., (1993). "Supervisory control in a dynamic and uncertain environment: a process model of skilled human - environment interaction." IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 23, pp. 929 - 952.
- [6] Kirwan B. and Ainsworth, L. K. (1992), A guide to task analysis, Talyor and Francis.
- [7] Ko, S-M & Myung, R-H, (2006), "Ecological Interface design for sir traffic control display", Journal of the Ergonomics Society of Korea, 25(4), pp 103-113.
- [8] Lee, J. D. & Sanquist, T. F. (2000), "Augmenting the operator function model with cognitive operations: assessing the cognitive demands of technological innovation in ship navigation", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, Vol. 30. No. 3. pp. 273-285.
- [9] Lee, J. D., McCallum, M. C., Maloney, A. L. & Jamieson, G. A. (1997), Validation and Sensitivity Analysis of a Crew Size Evaluation Method, ADA331589, Battle Seattle Research Center.
- [10] Mitchell C. M. & Miller, R. A., (1986), "A discrete control model of operator function: A methodology for information display design," IEEE Transaction on Sys., Man, Cybernetics, Vol. SMC-16, pp. 343-357.
- [11] Newell, A & Simon, H. A. (1972), Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [12] Rasmussen, J. (1983), "Skills, rules and knowledge: signals, signs and symbols and other distinctions in

- human performance models,” IEEE Transaction on Sys., Man, Cybernetics, Vol. SMC-13, pp. 257-266.
- [13] Sanquist, T. F., Lee, J. D. & Rothblum, A. M. (1994), Cognitive analysis of navigation tasks: A tool for training assessment and equipment design, CG-D-19-94, U. S. Coast Guard Research and Development Center.
- [14] Schraagen, J. M., Chipman, S. F., & Shute, V. J. (2000) “State-of-the-art review of cognitive task analysis techniques.” In J. M Schraagen, S. F. Chipman & V. J. Shute (Eds.), Cognitive Task Analysis (pp. 467-487). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [15] Smidts C., Shen S. H., & Mosleh A., (1997). “The IDA cognitive model for the analysis of nuclear power plant operator response under accident conditions. Part I: problem solving and decision making model.” Reliability Engineering and System Safety 55 pp. 51 - 71.
- [16] Thurman, D. A., Chappell, A. R. & Mitchell, C. M., (1998), “An enhanced architecture for OFMert: A domain-independent system for intent inferencing,” IEEE Int. Conf. Sys., Man, Cybernetics.
- [17] Vicente, K. J. (1999), Cognitive work analysis, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey.

원고접수일 : 2013년 4월 3일
심사완료일 : 2013년 4월 29일
원고채택일 : 2013년 5월 2일