대화식 설계 방법론을 적용한 철도규정 관리 시스템 아키텍처 개발

The study of railway rule management system design using User system interaction Architecture design methodology

홍선호†

Seon- Ho Hong†

Abstract Railway operating system for dialogue between the various stakeholders, scenarios and procedural protection required for the operation of activities, and the signal system is composed of equipment and protocols. As shown in an accident recently, communication between employees caused by the omission of the events organized by the formal design techniques have shown the necessity of the design process. SADT method design techniques is based on the Human potential system. In this paper, in conjunction with railroad operating rules for the management of the situation in accordance with an interactive design approach for the development of a structured model and architecture are presented.

Keywords **:** User interaction, Rule Book, Railway safety

초 록 철도 운영 시스템은 다양한 이해관계자 간의 대화를 위한 운영에 필요한 시나리오와 절차적인 방호 활동, 그리고 신호설비와 프로토콜들로 구성된다. 최근에 발생한 사고에서 알 수 있듯이, 직원들의 상호간 의사소통의 누락으로 발생한 사건들은 정형 설계 기술에 의한 체계적 설계 과정의 필요성을 보여주고 있다. 즉, 기존의 육안신호방식의 설계 과정을 가시성, 가청성, 모터기동성, 검출성으로 대별되는 인간의 중추신경계의 잠재능력을 기반으로 하는 시나리오식 설계기법인 SADT 방법의 적용이 요구된다. 이 논문에서는 철도 규정과 연계되는 운영 상황관리를 위한 대화식 설계 방식에 따른 기능 아키텍처 개발 성과를 제시한다.

주요어 : 대화식 설계, 규정집, 철도안전

1. 서 론

의사결정 과정에서 사용하는 계층적 과업분석 방법 (Hierachcal task analysis) 은 주어진 과제를 세분화, 단계화하여 여러 개의 구체적인 과정으로 나누는 분석법을 말한다. 과제해결에 필요한 요소들을 연관성 없이 나열하는 일반적인 방법과 달리, HTA는 포괄적인 과제에서 시작해서 세부적으로 접근하는 수직적 진행방법을 사용한다. 의사결정 모델인 Rasmussen의 추상화계층에 따른 시스템 정의는 인지공학의 기본 축의 하나를 이루고 있는데, 이는 시스템에 대한 기술, 시스템의 목적, 추상적 기능, 일반적 기능, 물리적 방법, 물리적 형태의 추상화 계층에 따라 전개하며, 각 계층 간에는 목적-수단의 관계가 성립하게 된다. 최근 유럽 철도에서 접목하는 운영 또는 신호통신 분야의 시스템 정의를 Field 이론을 접목하여 체계적으로 유도하면 관련된 시스템 개발 요건 개발이 가능하다.

† 한국철도기술연구원 (shhong@krri.re.kr)

2. 이론적인 배경과 모델의 개발

신호이론은 중추신경계통(Central Nervous System, CNS)즉, 두뇌와 척추를 포함하는 신경계 행동이나 신체 기작 제어부로서 해당 계통 분류에 따른 기본 잠재능력을 기반으로 하는 학습 이론을 접근하면 제어를 기반으로 하는 개념적 정의가 가능해진다. 학습이론은 통계적인 모수로 이루어진 각 클래스에 대한 확률밀도함수를 생성하는 과정을 학습이라고 하며, 베이즈 결정 규칙을 이용하여 분류하여 인식한다. 이때 패턴의 정보(Knowledge) 는 시냅스의 연결강도 가중치들로 저장된다. 문자인식의 경우 템블릿 정합법, 신경망 접근법,(상관계수 또는 거리) 통계적 접근법(특징축 추출을 통한 확률모델) , 구조적 접근법으로 구분된다.

또한 신경계통의 잠재능력은 가시성, 가청성, 모터전위 신호무결성, 체감각성 네 가지로 구분되며, 첫 번째 가시성(Visability evoked potential) 분야로서, 말초의 구심성 신경 (예: 피부신경,) 또는 감각기관을 역치 이상의 강도로 자극하면 이것에 대응하는 감각피질에 약 10 msec 의 잠복시간을 갖는 전압변화가 유발된다. 이 전압을 유발전압이라고 한다 두 번째로는 Auditory evoked potential 청각 잠재력 영역으로 청각 전위가 상승되는 청각 경로를 통해 소리에 의해 생성 된 신호를 추적 할 수 있다 청각 유발 전위는 하위 클래스에 이벤트 관련 전위 (ERP)를 가진다. ERPs는 감각 자극, 정신적 이벤트 (예 : 목표 자극의 인식과 같은) 일부 "이벤트", 또는 자극의 누락에 대한 시간 쇄정 뇌 반응이다. "이벤트"는 다른 음색, 음성 소리 등 청각 자극에 대한 응답으로 두피에서 기록 된 뇌에서 발생하는 아주 작은 전기 전압 전위이다. 세 번째 모터 전위 (MEP)영역으로 노출 운동 피질의 직접적인 자극에 따라 근육으로 기록된다, 또는 어느 운동 피질의 두개 자극을 유발하는 자기 또는 전기적이다. 두 개 자기 MEP (TCmMEP)는 잠재적으로 진단 응용 프로그램을 제공하며 신호무결성으로 불리운다. 네 번째, 체성 감각 유발 전위 (SSEPs)는 척수를 수술하는 동안 neuromonitoring 기능을 평가하기 위해 그들은 가장 일반적으로 말초 신경 자극에 의해 기록되는 경골, 정중 신경이나 척골 신경의 전기 자극으로 응답은 두피에서 기록되며 교통관리요건들과 관련된다.

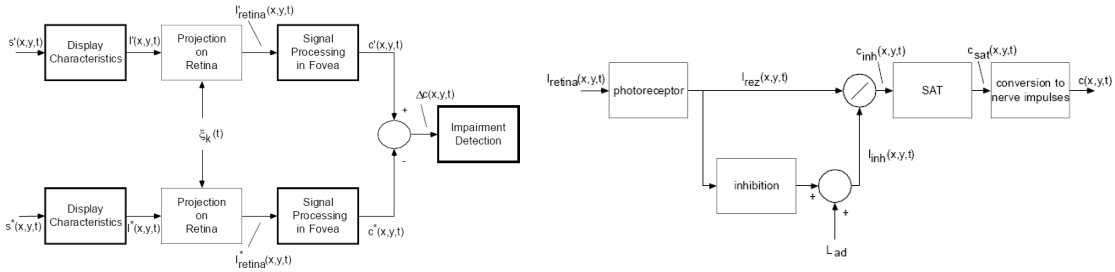

그림 1. 인간 시각시스템 신호처리 모델

2.2 철도규정관리 및 학습 모델의 정의

인간계통 기반의 시스템 정의는 각각의 하위 시스템을 IN, Out, Generation, Consumption의 네 가지 sub-system 으로 구분되며, 본 논문에서 적용하는 중추신경계의 자원은 학습 자원으로 정의된다.

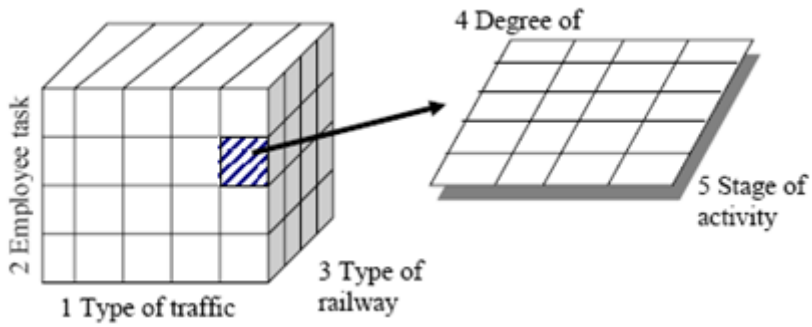

그림 2. 룰북 구조 모델

일반적으로 자원관리 체계의 정의는 시간, 주파수, 규모 영역을 기본 축으로 구성하면 목표의 방향을 관리할 수 있다. 그림 2는 교통유형, 철도 신호시스템 유형, 종사자의 과업을 대상으로 활동단계와 편차를 대상으로 한다. 학습 분야에서 사용되는 강화 학습(Reinforcement learning) 알고리즘은 기계 학습이 다루는 문제 중에서 어떤 환경을 탐색하는 에이전트가 현재의 상태를 인식하여 어떤 행동을 취할 경우, 포상을 얻게 되고 강화 학습의 알고리즘은 그 에이전트가 앞으로 누적될 포상을 최대화 하는 일련의 행동으로 정의되는 정책을 찾는 방법이다. 환경은 일반적으로 유한상태 마르코프 결정 프로세스(MDP)로 표현할 수 있다. 이런 관점에서 강화 학습 알고리즘은 동적 계획법과 깊은 연관이 있다. MDP에서 상태 전이 확률(state

transition probabilities)와 포상은 확률에 따른 값일 수도 있고, 이미 결정되어 있는 값일 수도 있다. 강화 학습이 원하지 않는 행동을 명시적으로 수정하는 지도 학습과 다른 점은 온라인 수행에 중심을 두고 있다는 점이다. 강화 학습은 아직 조사되지 않는 영역을 탐험하는 것과 이미 알고 있는 지식 이용하는 것의 균형을 잡는 것이다. 강화 학습 모델은 다음과 같이 구성된다.

1.환경 상태 집합, S;
2.행동 집합, A;
3.포상 의 집합;.

매 시점 t에 에이전트는 자신의 상태(state) st S와 가능한 행동(action) A(st)을 가지고 있다. 에이전트는 어떤 행동 a∈A(st) 을 취하고, 환경으로부터 새로운 상태 st+1 와 포상(reward) rt+1 을 받는다. 이 상호작용에 기반해서 강화 학습 에이전트는 누적된 포상값 R 을 최대화 하는 정책(policy) π:S→A 을 개발한다. 종료 상태(terminal state)가 존재하는 MDPs에서는 R=r0+r1+...+rn 이고, 그렇지 않은 MDPs에서는 R=Σt γtrt 가 된다. 여기서 γ 는 미래의 포상이 현재에 얼마나 가치 있는지를 표현하는 할인율(discount factor)로 0과 1사이의 값이다. 고전적 조건 형성에서는 강화가 반응을 유발하고, 조작적 조건 형성에서는 반응 이후에 강화가 주어진다.

학습방법론인 인공신경망은 구조에 따라 전방향신경망과 회귀신경망으로 나누어지고, 학습방법에 따라 분류형과 예측형으로 구분된다. 전방향 신경망은 입력패턴과 교사패턴에 의해 주어지는 원하는 출력 패턴을 쌍으로 제시하면서 전체 오차를 최소화 시키는 연결강도의 최적화 문제로 반복 학습을 지향한다. 시간적 연관을 갖는 동적 패턴인 음성이나 물체의 궤적 등은 단순 특정 시점에서 주어지는입력 패턴에 대해 반사적으로 출력을 내는 것이 아니고 공간 패턴과 동적인 입력의 시계열 패턴을 식별 할 수 있는 신경망 구조가 되어야 하기 때문에, 주어진 입력 패턴에 대한 시변성을 흡수하는 방식으로의 학습인 회귀연결 신경망이 결하되어야 한다.

3. 대화식 설계 모델의 개발

운영학습 자원관리 과정의 모드의 구성은 다음과 같다.

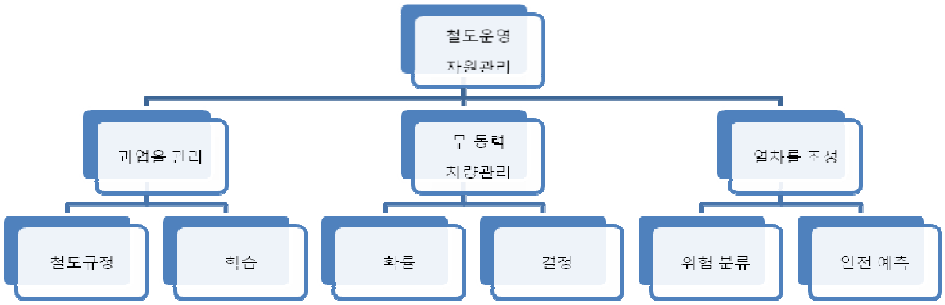

그림 3. 운영자원관리 과정의 모드들

자연어 기반의 대화를 기반으로 하는 기본 의사결정 공정 기본 활동, 대화식 시스템 기능(순차제어, 피드백, 피드포워드 제어기능을 포함), 의사결정의 적합성을 확인하는 실제 상황 확인 감독 기능과 같은 세가지 영역의 모드 구분을 통해 각 모드의 상황 조건에 따른 선택적인 의사결정이 수행되며, 각 모드는 대화식 시나리오 전개과정에서 양자택일 상황에 대한 선택시 그림 1에서 정의한 Task 별 숙련도, 규정, 지식영역으로 구분된 기능의 다음 공정으로의 진행여부를 판단하도록 구성된다. 유럽 철도 표준체계에서 정의하고 있는 기능요건들을 참조하여 구성한 공정모델은 다음 그림과 같다.

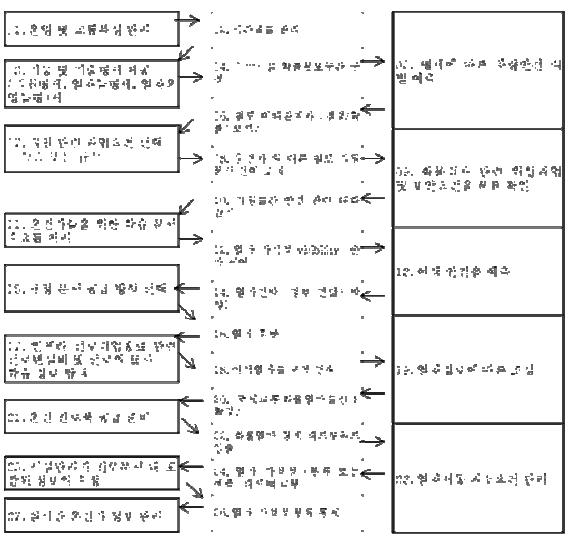

그림 4. 대화식 철도운영 학습자원관리 공정

이상의 과정을 통해 기능적인 역할과 책임의 할당에 의해 시스템 구현 대상이 도출되며, 이후 공정은 논리 및 물리 아키텍쳐 과정 설계를 통해 무결한 시스템의 테스트 시나리오들이 도출 된다. 이때 각 기능별 상황에 대한 실패 조건에 분석을 통해 시스템 개선사항이 도출된다. 각 기능별 실패조건에 대한 사전 위험 분석 결과는 다음과 같다.

표 1. 사전 위험분석

기능	모드	실패시 영향	가능한 대책
감독 차량안전식별	예측	다른 차량 입환	차량번호 인식률 강화
감독 화물적재분류	분류	화주 배송 지연	출발전 화물 검사
감독 여객안전	예측	여객 도중 하차	여객 안내
감독 열차조성	분류	열차 출발 지연	
열차제동 외란관리		정지점 통과	블랭크 제동 시험

4. 결 론

본 논문은 철도운영의 체계적인 정의와 운영중 발생 가능한 사고 예방을 위한 목적으로 다음과 같은 결론을 도출 하였다.

- 양자택일 모드 기반의 철도운영 학습 분야의 의사결정 공정 제시
- 철도규정집과 강화 학습을 기반으로 하는 프로세스 개선 방안 제시
- 감독 기능의 실패시 발생 가능한 위험 사상에 대한 제시

향후 모델의 확장과 더불어 패턴인식 시나리오에 대한 시뮬레이션이 수행될 예정이다.

참고문헌

1. TSI, “concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘CCS’ subsystem of the trans-European conventional rail system ”

2. TSI. “concerning the technical specification of interoperability relating to ‘CCS’ in the trans-European conventional and high-speed rail system”

3. 패턴인식 개론, 한빛 미디어, 한학용 저

4. Girod, B., “The Information Theoretical Significance of Spatial and Temporal Masking in Video Signals”, SPIE Conference on Human Vision, Visual Processing, and Digital Display, Vol. 1077, pp. 178-187, 1989.