철도안전시스템 아키텍처 모델링을 통한 안전규제 체계화 방안 연구

Plans for systematizing Railway Safety Regulations using a New Model for Railway Safety System Architecture

박영수* 조연옥** 홍선호***

Young-Su, Park Yeon-Ok, Cho Seon-Ho, Hong

Abstract

A Structure of a system is usually described as same as an architecture, but they are basically different. The architecture has a broader meaning than a system structure. In other words, an architecture can include many of system structures. So, to define the architecture, we need to consider how functions of a system are consisted and integrated. The architecture defined is applicable to railway safety management systems, and it can be made as a new model for railway safety systems, which is useful to systematize railway safety regulations. To establish the architecture as applicable to railway safety regulations, it is required to compare between regulation relations by analyzing roles before/after executing railway safety regulations. Therefore, in this research, we reviewed and classified different types of regulation conditions and safety requirements for railway systems and a variety of conditions before/after railway safety regulations changes are compared by defining system architectures subject to National railway safety.

---

1. 서론

시스템 아키텍처는 단순한 시스템의 구조라기보다는 넓은 의미로서 정의되는 일종의 청사진이다. 하나의 아키텍처는 다수의 구조를 포함할 수 있으므로 구조와 아키텍처는 본질적으로 일치하지 않는다. 즉 계획 중인 미래의 모습은 해당하는 시스템 요소에 대한 물리적인 영역의 정의와 해당되는 시스템의 기능을 정의 및 통합함으로서 아키텍처가 정의될 수 있다. 정보화 확산과 더불어 발전되고 있는 아키텍처를 도출함으로서 미래의 시스템이 완성되기까지 겪어야 하는 수많은 시행착오를 방지할 수 있다.

현재 국내 철도는 철도안전법의 탄생을 계기로 체계 전반에 걸쳐 많은 환경변화와 이에

* 건설교통부 철도안전팀, 정회원

** 한국철도기술연구원 수석연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

따른 교통시스템 전반에 걸친 발전이 기대되고 있는 상황이다. 따라서 이러한 향후 비젼을 효율적으로 뒷받침할 수 있는 안전관리체계의 구축을 위해 아키텍처의 수립이 절실히 요구되는 시점이다. 본 논문에서는 철도안전시스템의 비젼을 가시화하기 위한 아키텍처 개발 기술동향을 분석하며, 철도안전법에서 요구되는 각종 국가 규제요건과 안전요구사항을 검토함으로서 이를 기반으로 철도안전시스템 구축에 필요한 아키텍처 프레임워크를 정의하고자 한다.

2. 아키텍처의 개념 정립

스트럭처(Structure), 아키텍처(Architecture), 프레임워크(Framework)란 용어는 기술과 시대가 변하면서 조금씩 그 의미를 달리해가고 있다. 스트럭처가 트리(Tree)와 같은 계층적(Hierarchical)인 기반 구조를 말하는 반면, 프레임워크는 다소 수평적인 의미를 갖는 하부구조를 나타낸다. 또한 아키텍처는 더 포괄적인 개념으로 이 두 부분을 모두 포함하는 체계적인 기반 구조를 의미한다.

이 때, 프레임워크란 용어는 스트럭처나 아키텍처보다 더 낮은 레벨의 의미를 갖는다. 즉 프레임워크(Framework)란 복잡한 정보를 분류하고 조직화하기 위한 틀 또는 구조를 의미한다. 시스템 구축을 위해 수립하는 EA(Enterprise Architecture)를 만들기 위해서는 전에 먼저 아키텍처 정보를 담아둘 구조와 체계를 정의하는 과정이 선행된다. 최근에는 EA 구축을 위해 많이 활용되었던 FEAF와 TEAF의 경우 더 이상 프레임워크를 지원하지 않지만 아키텍처 개념을 이해하고 구성하는 사고의 틀로서 아키텍처 프레임워크가 도움이 된다.

2.1 자크만 프레임워크

EA 프레임워크들 중에서 가장 널리 알려진 것이 바로 자크만의 EA 프레임워크이다. 1987년 발표된 자크만 프레임워크는 처음에는 EA와 무관하게 정보시스템의 아키텍처를 구조화하기 위한 개념적 틀로 발표되었으나, 이후 ITA/EA 개념이 등장하고 새로운 요건을 반영할 수 있도록 모델을 확장하면서 지금은 EA 프레임워크의 대표 주자로 활용되고 있다.

자크만 프레임워크에서 열은 시점(View)을, 행은 관점(Perspective)을 나타낸다. 그리고 각각의 셀에는 특정 시점과 관점을 표현한 모델이 위치한다. 따라서 자크만 프레임워크의 경우 각 셀의 배치 기준이 명확하기 때문에 이러한 모델들 간의 유기적 관계도 쉽게 파악이 가능하다. 이는 조직 내외의 환경변화에 따라 특정 모델 요소가 바뀐다면, 이와 연관이 있는 다른 모델 역시 변경되어야 한다는 것이다. 이러한 특성을 활용하여 환경 변화에 따른 변경 요구에 유연하게 대응할 수 있게 된다.

2.2 FEAF

FEAF(Federal Enterprise Architecture Framework)는 미 연방차원의 아키텍처 개발 및 구축지침을 제공하기 위해 1999년 미국 CIO 협의회에서 개발한 아키텍처 프레임워크이

다. FEAF는 공통 업무 영역 중에서 선정된 우선순위가 높은 업무 영역을 묘사하고, 아키텍처 요소를 식별하고, 그 내용을 문서화하여 아키텍처로 통합할 수 있도록 지원한다.

FEAF의 기본 구조는 자크만 프레임워크의 그것과 유사하다. FEAF는 자크만 프레임워크의 '데이터(Data)', '기능(Function)', '네트워크(Network)' 부분을 중심으로 구성되었다. 그리고 프레임워크의 열(Column) 방향에는 EA의 구성요소라 할 수 있는 데이터 아키텍처, 애플리케이션 아키텍처, 기술 아키텍처가 배치되어 있으며, 행 방향으로는 자크만 프레임워크와 같은 관련자들의 시각이 자리잡고 있다. 특징적인 점은 업무와 관련된 사항은 각 아키텍처의 상단에 존재하며, 여기에 업무와 IT 자원과의 관계를 표현하고 있다.

2.3 DoDAF

DoDAF(Department of Defense Architecture Framework)는 1997년 미 국방성의 C4ISR 시스템의 아키텍처를 구현하기 위해 개발된 C4ISR/AF를 보완하여 2002년에 발표한 프레임워크이다. DoDAF는 아키텍처 산출물을 운용 관점(Operational View), 시스템 관점(Systems View), 기술 관점(Technical View)의 세 가지 유형으로 정의한다.

2.4 TEAF

TEAF(Treasury Enterprise Architecture Framework)는 2000년 미 재무성에서 개발한 프레임워크이다. 이는 재무성의 정보시스템 아키텍처를 개발하고 진화시키기 위한 지침을 제공하고, 정보시스템을 표준화하기 위해 개발되었다. TEAF는 기능, 정보, 조직, 인프라의 네 가지의 시각(View)과 계획자, 소유자, 설계자, 개발자의 네 가지 관점으로 구성되어 있다. TEAF는 엔터프라이즈 수명주기 전반을 지원하는 프레임워크라는 개념을 포함하고 있다. 프레임워크를 구성하는요소들은 C4ISR/AF의 산출물을 토대로 정의되어 있으며, 각 내용물들에 대한 템플릿을 제공한다. 또한 산출물을 작성하는 과정에서 참고할 수 있는 간략한 가이드라인도 제공한다.

3. 철도안전시스템의 아키텍처 설정을 통한 안전규제 체계화 방안

다양한 운영체계를 갖고 있는 철도시설 및 운영기관이 존재하는 국가철도안전시스템의 안전규제를 체계화하기 위해서는 체계적인 요구사항의 분석에 따른 시스템 아키텍처의 설정이 요구된다. 이러한 아키텍처의 설정은 현재에 대한 분석과 미래의 철도안전시스템의 특성을 구조화하여 향후 비젼을 프레임워크로 표현함으로서 구현이 가능해진다. 본 절에서는 철도안전시스템의 아키텍처를 설정하기 위한 모델링 절차를 기술하고자 한다.

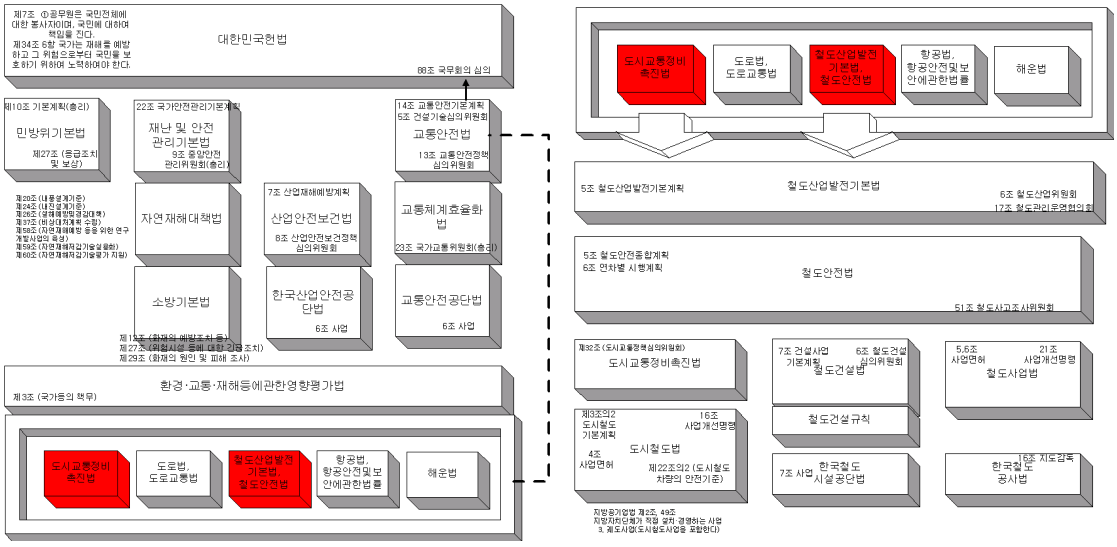
3.1 철도안전 규제체계의 모델링

철도와 같은 복합된 기술특성을 가진 시스템은 시스템을 설계, 분석, 운영하는 전 단계에 걸쳐 시스템의 구성요소가 상해 또는 손상, 손해를 입지 않거나 입을 염려가 없는 상태를

달성하기 위하여 관련 기술지식과 과학적 기법을 활용함으로서, 즉 시스템의 관점에서 과학적인 방법론인 위험도평가를 수행함으로서 확보될 수 있는 상태를 갖춰야 한다. 이러한 특징을 아키텍처로 구성하기 위해서는 안전시스템을 어떤 방식으로 표현하는지가 최대 관건이라 할 수 있다. 일반적인 물리적인 프레임이 갖춰져 있는 운영시스템의 경우 아키텍처의 표현이 쉽게 가능하지만, 안전시스템의 경우 기존 운영체계에서의 오류 발생가능성이 있는 영역을 대상으로 하기 때문에 물리적인 영역에 대한 표현은 쉽지 않다.

이러한 아키텍처 프레임워크를 정의하기 위해서 우선 현재 시점에서의 안전시스템을 분석하기 위한 계획단계부터의 안전요구사항을 모델로서 정의하는 것이 요구되며, 이는 현재 특성을 담은 관련된 법령을 해석하여 구조화함으로서 가능해진다.

3.2 철도안전계획체계 스트럭처 모델링



(a) 국내 교통시스템의 안전관련 법령 체계 (b) 철도시스템의 안전관련 법령 체계

그림 1. 철도시스템 안전관련 법령 체계 스트럭처

국내 철도의 안전관리체계를 분석하기 위하여 법령 및 관련 규정의 분석을 통해 상기 스트럭처를 정의하였다. 그림(a)에서 보는바와 같이 아키텍처의 최상위 요구사항인 헌법 제34조 6항에 의거 국가는 국민의 생명을 보호하여야 할 의무가 있으며, 이 조항에 따라 많은 법률이 제정되어지고 있다. 철도, 도시철도, 도로, 항공, 해운 등과 같은 교통시스템 또한 안전계획을 교통안전법에서 요구하는 교통안전기본계획에 따라 교통분야의 최상위 심의기구인 국무회의에서 심의하도록 구성되어 있으며, 각기 법령에서 이의 시행체계를 뒷받침하고 있다. 다시 도시철도와 철도의 안전 측면에서의 법령체계를 체계화 하면 그림(b)와 같다.

그림에서 보는 바와 같이 철도는 철도산업발전기본법에 따라 철도종합안전계획을 철도산업위원회에서 심의토록 하고 있다. 법령 제2조 (적용범위)에 따르면 한국철도시설공단(구 한국고속철도건설공단)과 한국철도공사가 소유, 건설, 운영, 관리하는 철도를 대상으로 하고

있다. 따라서 도시철도는 전체 법조항의 적용대상에서는 제외되어 있으나, 단서조항으로서 제2장의 철도산업 발전기반의 조성조항에 따라 철도안전과 철도운영에 관한 중요정책 사항 등을 모든 철도에 대하여 적용하도록 하고 있으므로 도시철도 또한 철도종합안전계획의 수립대상이 된다.

철도산업발전기본계획의 제3장 철도안전 및 이용자 보호 영역은 도시철도를 대상으로 정의하고 있지 않지만 도시철도법의 하위규칙에서 정의되고 있다. 따라서 철도산업위원회는 정책의 심의기능과 더불어 “시설투자확대, 산업지원, 전문인력 교육훈련, 교육과정, 기술진흥, 정보화촉진, 국제협력”에 대한 도시철도와 철도의 공통시책을 심의대상으로 다루게 되며, 실제 안전관리 시행과 집행에 대해서는 도시철도법에 의해 다루어지고 있는 상황이다.

3.3 철도안전규제체계 스트럭처 모델링

철도시스템은 다양한 기술의 영역이 복합되어 있으므로, 규제의 영역 또한 다양한 법령에 의해 구속을 받는다. 철도시스템의 물리적 구성요소별로 규제를 받는 법령은 다음 그림 2와 같이 정의할 수 있다.

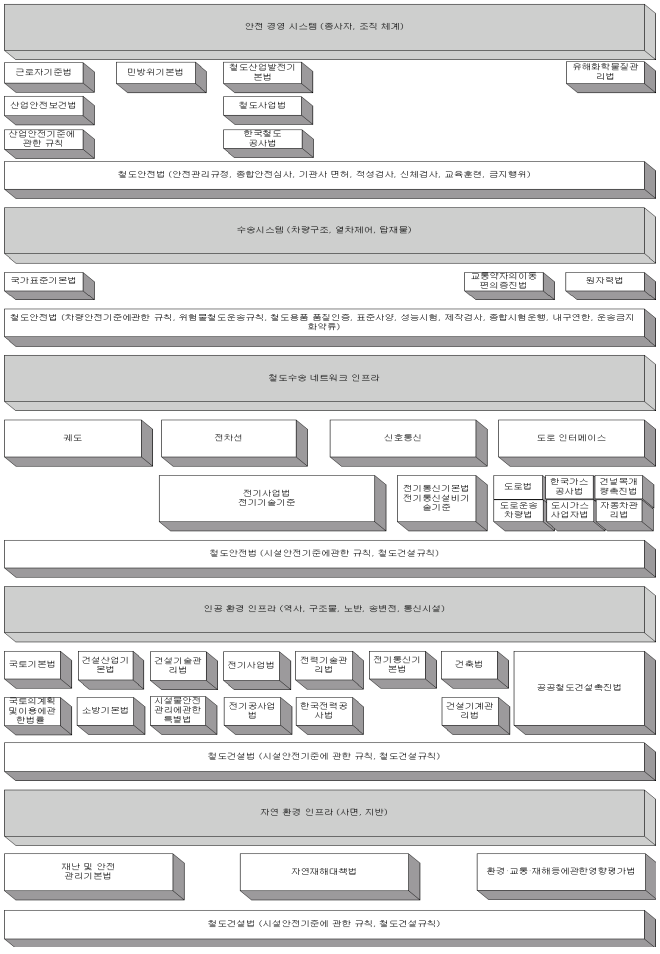


그림 2. 철도시스템의 구성요소와 규제관련 스트럭처

현재 철도시스템 안전규제체계를 구조화하여 분석한 결과 물리적인 영역구분은 조직 및 인간 관계를 다루는 안전경영시스템 분야를 상위 개념으로 정의할 수 있으며, 자연 및 인공환경에 대한 인프라에 대한 분야를 기반영역으로서 구조화하여 표현할 수 있다. 내용적인 측면에서 살펴보면 철도안전법의 제정이전 철도법 체계 하에서 정의하고 있는 다양한 안전요구사항이 존재하고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 철도안전법에서 다루어지는 주제는 두 가지 측면에서 다루어져야 한다. 첫 번째는 각기 법규정에서 요구하는 사항을 시스템에 대한 관점에서 정의하며 체계화하는 영역을 대상으로 한다. 두 번째는 체계화를 통해 시스템 구성요소에서 미정의된 사항을 설정하는 것을 대상으로 한다. 이를 위해서는 시스템 안전에 영향을 미치는 각종 위험을 정량화 함으로서 전체 철도시스템의 안전요구사항을 체계화함으로서 가능해진다.

3.4 철도안전시스템의 아키텍처 프레임워크의 개발

이상에서 정의한 바와 같이 철도안전시스템은 위험의 정량화와 밀접한 관련이 있으며, 수명주기별 대상 영역에 대한 안전요구사항을 판별하고 이에 대한 대책의 개발과 적용이 필요하다고 할 수 있다. 이를 구현하기 위해서는 전체 운영체계에 대한 물리적 구성요소와 기능분석을 통해 수명주기별 위험요인을 검출하는 절차가 요구되어진다. 그러나 이러한 운영시스템에 대한 상세 내용을 규명하는 것은 운영기관별 환경 특성이 상이하므로 각 운영기관의 측면에서 개발하는 것이 바람직하며 국가안전관리체계를 구축하기 위한 시스템 측면에서는 위험도 분석방법론을 기반으로 시스템의 아키텍처 프레임워크를 정의하는 것이 합리적인 방법이라고 할 수 있다.

따라서 현재 시점에서는 아키텍처 개발방법론 중 자크만 프레임워크 개발 방법론과 같이 시점(View)과 관점(Perspective)에 따른 표현이 적절한 방법인 것으로 판단되어진다. 프레임워크의 시간영역으로 위험의 정량화를 위한 위험도평가, 안전대책, 안전기반구축, 안전관리, 안전심사의 단계를 적용할 수 있으며 관점의 영역으로는 철도안전법에서 요구하는 15가지 범주 즉, 경영지침화, 안전목표수립, 안전관련 조직, 안전관리책임자 지정, 안전관리계획수립 및 추진, 자료및정보관리, 철도시설 안전점검, 위험도분석 및 안전성평가, 안전시설 확충, 철도차량안전, 열차운행안전 및 철도보호, 교육훈련, 사고보고/조사 및 처리, 전문인력양성 및 수급관리, 안전홍보에 대한 영역을 적용할 수 있다. 각각의 셀에 해당 시점과 관점을 표현한 모델을 구성하면 다음 그림 3과 같이 철도안전시스템에 대한 아키텍처 프레임워크가 도출되어진다.

자크만 프레임워크의 가장 큰 장점은 각 셀의 배치 기준의 명확하게 정의되기 때문에 이러한 모델들 간의 유기적 관계도 쉽게 파악이 가능하며 이는 환경변화에 따라 특정 모델 요소가 바뀐다면, 이와 연관이 있는 다른 모델 역시 변경되어질 수 있다는 것이다. 이러한 특성을 활용하여 제시된 철도안전 아키텍처 프레임워크는 환경 변화에 따른 변경 요구에 유연하게 대응할 수 있는 기능을 제공할 수 있다.

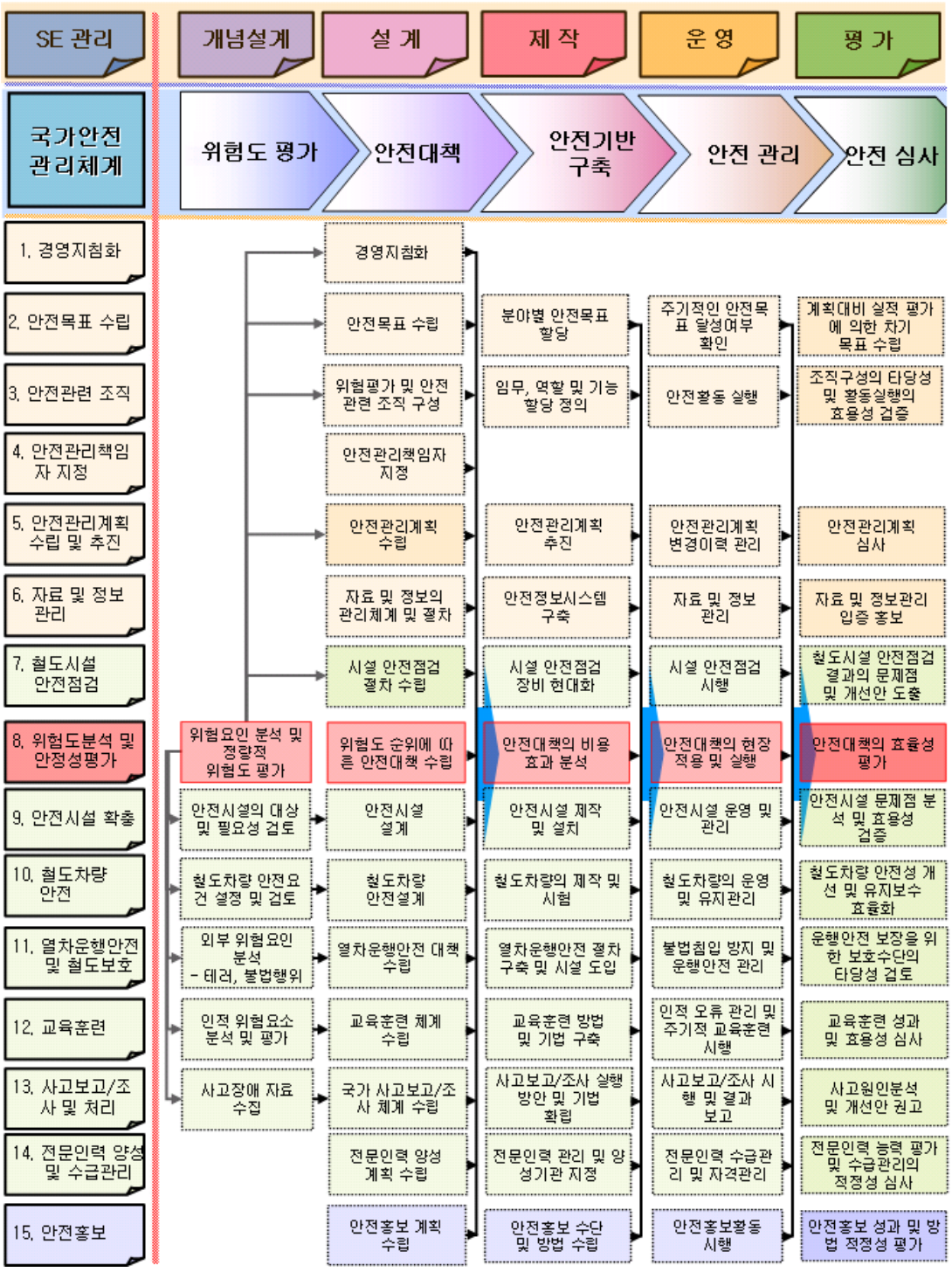


그림 3. 철도안전시스템 아키텍처 프레임워크

4. 결론

이상에서와 같이 최근 대두되고 있는 시스템의 개발시 적용하는 아키텍처 개발 방법론을

이용하여 철도안전법을 기반으로 하는 새로운 철도안전시스템 아키텍처 프레임워크를 제시하였다. 세부적인 내용을 세 가지로 정리하였다.

1) 교통 및 철도시스템 안전 법령체계의 구조화와 철도시스템의 물리적 구성요소별 규제체계의 구조화를 통해 현재 시점에서의 철도시스템의 안전규제체계를 도출하였다.
2) 철도안전규제체계 스트럭처 모델링을 통해 철도시스템의 각 구성요소별로 규제대상 법령의 현황을 검토하여 철도시스템 안전규제 체계화 방안을 제시하였다.
3) 위험도 분석방법론을 기반으로 국가안전관리체계 구축에 요구되는 철도안전시스템의 아키텍처 프레임워크를 정의토록 하였다.

5. 참고문헌

1. Zachman, Zachman Architecture Framework, 1987
2. 미국 CIO 협의회, FEAF(Federal Enterprise Architecture Framework), 1999
3. 미국방부, DoDAF(Department of Defense Architecture Framework), 1997
4. 미재무성, TEAF(Treasury Enterprise Architecture Framework), 2000