

열차계획 및 열차좌석관리를 위한 수송실적  
데이터베이스 시스템 개발  
Development of the Transportation History DB System  
for the Scheduling and Seat Inventory Control

오석문\*      김영훈\*      황종규\*      김용규\*      이종우\*  
Oh, Seog-Moon, Kim, Young-Hoon, Hwang, Jong-Gyu, Kim, Yong-Gyu, Lee, Jong-Woo

---

ABSTRACT

The construction of the transportation history database system is to serve the scheduling and seat inventory controlling. Recently, lots of countries have been faced with the advance era because of the new railway transportation system, like the high speed railway and/or magnetic levitation vehicle system. This can be reasonably translated as those of operators are willing to provide the more various and high quality schedule to the customer. Those operators' these ideas make possible to forecast that scheduling process is going to be complicated more and more.

The seat inventory control, so to speak Yield Management System(YMS), goes a long way to improve the total passenger revenue at the railway business. The YMS forecasts the number of the last reservation value(DCP# END) and recommends the optimal values on the seat sales.

The history database system contains infra-data(ie, train, seat, sales) that will be the foundation of scheduling and seat inventory control application programs. The development of the application programs are reserved to the next step. The database system is installed on the pc platform(IBM compatible), using the DB2(RDBMS). And at next step, the platform and DBMS will be considered whether they can meet the users' requirement or not.

---

1. 서    론

최근 각국의 철도사업은 고속철도 및 자기부상열차 등 새로운 교통시스템으로 인해 도약의 시기에 직면해 있다. 이 말은 다시 말해 철도 사업자가 고객에게 더 다양하고 고품질의 서비스를 제공하려하고 있다는 말로 해석될 수 있다. 사업자의 이러한 생각은 열차계획을 작성하는데 따른 프로세스들이 점점 더 복잡해질 것이라는 것을 예측하게 한다[1]. 스케줄링 프로세스가 이렇게 복잡해지는 이유는 운영자가 한정된 자원으로 고객의 요구를 최대한 만족시켜 수익극대화를 원하기 때문이며, 이를 위해서는 수송수요에 대한 면밀한 분석이 순시적으로 다양하게 가능해야 한다.

철도수송사업에서 수익을 증대시킬 수 있는 또 다른 방법은 고객의 예약형태를 미리 예측하여

---

\* 한국철도기술연구원, 정회원

이에 적합한 좌석판매 전략을 세우는 것이다. 철도수송사업에서와 같이 재고가 보존되지 않는 사업분야에서는 고객의 수요를 정확하게 예측하여 수익을 증대시키고자하는 일련의 Yield Management(YM) 기법들이 적용되어 실효를 거두고 있다. YM 기법은 열차 출발시의 예약결과를 사전에 알 수 있으면 그 열차의 운행으로부터 수익을 최대로 하기 위하여 열차의 좌석을 조절 (Seat Inventory Control)할 수 있는 기회가 열차 운영자에게 주어진다고 믿는 것으로부터 출발한다[1]. 이러한 기법은 향후 건설될 경부고속철도의 여객정보 및 역무자동화 시스템에도 적용될 예정이며, 다수의 연구원들이 이에 대해 연구를 진행하고 있는 실정이다[2].

본 논문에서 제안하는 데이터베이스 시스템은 이러한 업무를 수행하는데 도움이 되는 기본 데이터들을 제공하는 것을 주요기능으로 하고 있다. 이 데이터베이스 시스템에서 지원하고자하는 기능은 대략적으로 '열차계획 작성을 위한 수송실적/분석 데이터 제공' 과 '열차좌석 재고관리를 위한 데이터 제공'으로 나누어 볼 수 있으며, '기초수송계획 작성을 지원하기 위한 영업통계 데이터 제공'에 대한 기능도 검토 중에 있다. 이 데이터베이스 시스템을 위한 기본 데이터는 97년 동안 철도청의 운영데이터(Raw Data)를 바탕으로 하고 있으며, 이 운영데이터는 일차적으로 관계형 데이터베이스 관리시스템(RDBMS)인 DB2에 의해 PC 플랫폼(IBM compatible)에 적재하여 응용 소프트웨어의 요구기능에 적합한 데이터베이스 구조를 설계할 예정이며, 실제로 운용될 데이터베이스 시스템은 설계된 구조의 성능 평가 및 검증은 거친 후 워크스테이션(workstation)에 구현할 예정이다.

## 2. 시스템 기능 분석

효율적인 데이터베이스를 설계하기 위해서는 그 데이터베이스 시스템이 지원할 응용 소프트웨어의 기능을 철저히 분석하여 정의하는 것이 필수적이다[3,4]. 이 절에서는 열차계획 작성 및 열차 좌석관리에 관련된 기존의 소프트웨어 중에서 선호도가 높은 소프트웨어에 대한 기능을 분석하고 또 국내에 적용될 여건을 고려하여 데이터베이스 시스템이 지원할 응용 소프트웨어의 기능들을 분명히 한다.

### 2.1 열차계획 작성 지원[5,6]

열차계획 작성은 주로 승차인원 보고에 의한 수송실적 데이터를 기준으로 작성하게 된다. 그러나 이러한 수송실적 데이터는 그 양이 방대하고, 또 실제 열차계획 작성에 직접 이용할 수 있으면 매우 복잡하고, 다양한 데이터 가공 절차를 거쳐야만 한다. 이는 열차계획 작성자가 열차계획을 작성할 때 수 천 페이지로 된 수송실적에 대한 문자열 데이터는 별반 도움이 되지 않기 때문이다. 따라서 열차계획 작성을 효과적으로 지원하기 위해서는 적절한 데이터들이 다양하게 그래픽 디스플레이(graphical display) 되어야 할 필요가 있고, 이를 위해서는 수송실적 및 각종의 가공 데이터들에 대한 데이터베이스가 구축되어야 하는 것이 선결과제이다.

표 1은 열차계획 작성 지원을 위한 수송실적 분석과 관련된 기능들을 열거하였다. 제안하는 데이터베이스 시스템은 열차계획 작성 지원과 관련된 기능으로 표 1에 나타난 기능과 데이터 표현 형태를 제공하는 응용 소프트웨어를 제공할 수 있도록 구축된다.

표 1. 수송실적 분석

기능	지원 형태
정원 및 실 탑승인원/실 수요 인원 분석, 도수분포 분석	열차종별/O-D별/시간대별/등급별 열차별/O-D별/등급별
계절영향 분석 (13일간의 이동평균)	열차종별/O-D별/시간대별/등급별 열차별/O-D별/등급별
주간영향 분석 (=실 탑승인원/계절영향×100)	O-D별/시간대별/등급별
시간대별 분석 (임의 일자, 임의 시간대)	열차종별/O-D별/등급별
연휴 및 특수 이벤트 분석 (편집)	열차종별/O-D별/시간대별/등급별 열차별/O-D별/등급별
열차설정 제안	열차별/O-D별/출발일별/등급별
승차효율 평가	열차별/O-D별/출발일별(30일)

## 2.2 열차좌석관리 지원[1,7]

열차좌석관리 시스템의 주요 기능은 특정 열차의 예약 개시일로부터 출발일 사이에 각각의 DCP(Data Collection Point) 마다 수집되는 데이터를 전년도의 데이터와 비교/분석하여 열차 출발일의 최종 탑승예약치를 예측하고 이에 따른 좌석배분을 최적화 하는 것이다. 때문에 열차좌석관리 지원을 위한 데이터베이스는 열차계획 작성 지원을 위한 데이터베이스의 경우와 달리 현재 예약 진행 중인 열차에 대한 예약치를 각 DCP별로 수집하여 저장할 수 있는 공간이 있어야 하고, 또 실적 데이터에 대한 검색도 출발일자별/열차별 외에 DCP별로 검색하고 처리하는 과정이 필요하게 된다.

표 2는 열차좌석관리를 지원하기 위한 관련 기능들을 열거하고 기능별로 제공되는 형태를 나타내었다. 실제 열차좌석관리 시스템은 예약이 진행 중인 모든 열차에 대한 최종 탑승예약치를 계산하고, 좌석배분의 최적치를 권고하며, 또 평가하는 등 수 많은 연산을 수행하므로 많은 양의 데이터를 보관하고 관리하기에는 어려운 점이 있으므로 전체적인 실적 데이터는 이 데이터베이스 시스템에 보관하고, 예약이 개시된 열차들과 관련된 실적들만을 온라인으로 복사하여 사용한 후 실적은 다시 반환하는 절차가 바람직하다.

표 2. 열차좌석 관리

기능	지원 형태
출발 당일 최종예약치 예측	출발일별/열차별/O-D별/등급별
클래스별 최적예약 수준 계산	출발일별/열차별/O-D별
최적 좌석관리(ex. 상승최적화)	출발일별/열차별/O-D별
Overbooking Level 계산	출발일별/열차별/O-D별/등급별
출발전 취소에 대한 profile 작성	출발일별/열차별/O-D별/등급별
No-shows 예측	출발일별/열차별/O-D별/등급별
수익증대 효과 측정	출발일별/열차별/O-D별/등급별
Operator의 감시하에 예약시스템(좌석관리 대장)을 자동으로 update	출발일별/열차별/O-D별/등급별

이상과 같이 데이터베이스 시스템이 지원하는 열차계획 작성 및 열차좌석 관리에 관련된 기능을 분석하였다. 이 두 가지의 주요기능은 실제로 현재 선호도가 높은 응용 소프트웨어가 제공하는 기능들을 참고하였으며, 이에 대한 예를 들면 RTRI에서 개발하여 현재 JR 각 사에서 사용하고 있는 것으로 알려져 있는 TRANSYS(TRAffic demand ANalysis SYStem)-I/II 라는 수송수요 실적 분석 시스템, AA(American Airline)의 정보통신 분야 자회사인 SDT(Sabre Decision Technology)가 SNCF에 납품한 RESARAIL의 경험을 바탕으로 상품화한 철도관련 소프트웨어(Rail Solutions) 모듈 중 RailPlus, RailCap, RailRev 등으로 각 시스템의 기능을 국내의 실정을 고려하여 취합하였다.

### 3. 데이터베이스 설계

지금까지 분석한 데이터베이스 시스템의 지원 기능을 간략하게 표시한 것이 그림 1에 나타나 있다. '열차'에 대한 정보, '좌석'에 대한 정보 그리고 '예약'에 대한 정보를 바탕으로 열차계획 및 열차좌석관리를 위한 각종의 어플리케이션들이 구성된다. 이 그림은 어플리케이션의 최상위 개념도를 나타내고 있고, 실제의 어플리케이션 구성은 훨씬 더 복잡한 다이어그램이 된다. 그림에서 나타난 바와 같이 데이터베이스 시스템이 지원하게 될 주요한 기능은 열차계획 및 열차좌석관리로써 본 연구에서는 1차적으로 '열차', '좌석', '예약'에 대한 기본 데이터베이스를 구축하여 장차의 어플리케이션 구축에 대비하고자 하며, 이러한 어플리케이션들은 기본 데이터베이스가 구축된 후 인 금년 하반기부터 내년에 걸쳐서 개발될 예정이다.

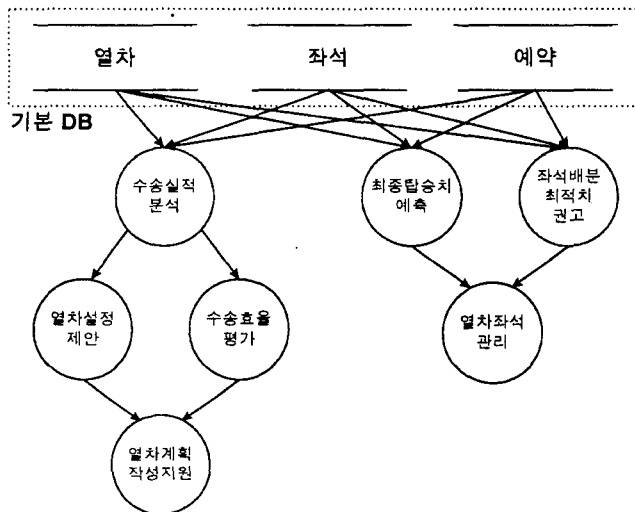


그림 1 데이터베이스 시스템의 구성

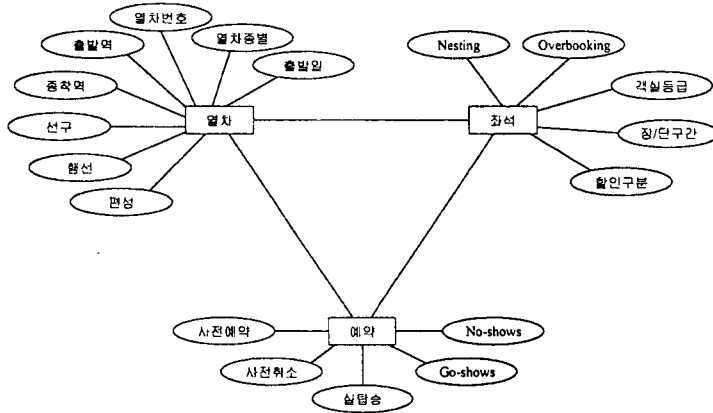


그림 2 기본 데이터의 엔티티-속성

그림 2에 기본 데이터에 대한 엔티티 및 엔티티에 대한 속성들을 나타내었다. 이 그림에서는 각 엔티티 사이의 관계(relationship)가 생략되었는데 이는 표시된 기본 엔티티들간의 관계가 아직 까지 모두 다대다(N:N)로 대응되는 추상적인 개념이 포함되어있기 때문이며, 이러한 관계는 어플리케이션 설계의 진행과 병행하여 정확하게 정의될 것이다. 실제로 시스템을 개발하는 데 있어 기본 데이터베이스를 먼저 구축하고, 2차적으로 어플리케이션 및 이에 따른 데이터베이스 시스템을 업그레이드하는 2단계의 과정을 거치는 것은 기존에 열차운용 실적에 대한 적절한 데이터베이스가 구축된바가 없기 때문이다. 표 3은 기본 데이터의 엔티티 및 속성에 대해서 설명하고, 기본 데이터베이스를 위한 속성의 범위(domain)를 지정하기 위한 것이다.

표 3 엔티티-속성에 대한 상세내역

엔티티	속성	상세내역
열차	출 발 일	{평일, 휴일, 연휴, 연휴관계일, 대수송}, {계절}, {과거, 현재, 미래}
	열차종별	고속전철, 새마을, 무궁화, 통일
	열차번호	열차마다 가지고 있는 고유의 일련번호
	출 발 역	해당열차의 영업운행 개시역
	중 착 역	해당열차의 영업운행 종료역
	선 구	경부선, 호남선 등
	행 선	상행/하행
	편 성	침대차, 식당차 등을 포함한 편성
좌석	객실등급	1등실, 2등실, 침대실등 물리적인 좌석
	할인가분	학생, 노약자 및 사전예약에 의한 할인
	장/단구간	장거리승객 보호모드에 의한 좌석 구분
	Nesting	논리적 좌석 정보
Overbooking	초과예약치 설정 수준	
예약	사전예약	출발전 예약, DCP별 집계
	Go-shows	사전예약 없이 열차 출발직전에 탑승
	사전취소	출발전 취소, DCP별 집계
	No-shows	사전취소 없이 열차에 미탑승
실탑승	실제탑승 현황, DCP <sub>end</sub> 값	

지금까지는 꼭 필요한 데이터를 올바르게 정의하고, 이 데이터를 적절하게 사용할 수 있는 방

안에 대한 개념에 대해서 주로 언급을 하였으나, 실제로 데이터베이스 시스템을 설계할 때는 이외에도 다양한 요구조건이 있는데 예를 들면 하나의 데이터에 대하여 여러 곳에서 사용요청이 있을 때 이러한 요구에 모두 응할 수 있도록 하는 시분할 방법(time sharing), 또 데이터베이스의 유지관리가 용이하도록 전체적인 기능을 온라인 기능과 독립적으로도 설계하거나 데이터베이스의 용량 및 레코드를 쉽게 늘이고 줄일 수 있도록 설계하는 것 등을 미리 고려해야만 한다[8].

#### 4. 데이터베이스 구조

3 절에서 논한 기본 데이터베이스의 주요 엔티티는 ‘열차’, ‘좌석’ 및 ‘예약’이었다. 이 데이터의 구조는 물론 기본 데이터로서 각각의 제대로 된 어플리케이션이 개발되기 이전까지만 유효한 구조이고, 어플리케이션이 개발되면 어플리케이션의 세부기능에 따라 여러 가지의 가공데이터를 포함하여 다시 구성되어야함을 밝혀둔다.

기본 데이터 중 열차정보는 열차스케줄에 관련된 정보이다. 열차정보에 대한 데이터 구조가 그림 3에 나타나있다. 열차정보에는 먼저 열차번호를 들 수 있으며 이 레코드는 열차정보의 주 식별자(primary key)로 사용될 수 있는 정보이고, 이 열차번호가 정해지므로 써 이하의 열차종별, 출발역, 종착역, 행선 및 편성에 대한 정보가 정해지므로 이와 같은 것들은 하나의 테이블에 구성될 수 있을 것이다. 스케줄상의 각 열차들은 일정한 시간에 정해진 역에 도착해야하고 또 일정한 시간에 역에서 출발을 해야만 한다. 이러한 출발시간에 대한 정보는 열차별로 구성되어야 하므로 같은 테이블에 구성하지 못하며, 열차마다 출발역, 출발시간, 도착역, 도착시간 및 선구에 대한 정보에 의해 별도로 구성되어야 한다. 여기서 선구에 대한 정보를 열차별 테이블에 포함시킨 이유는 열차별 중복구간(예를 들어, 서울역~서대전역 구간에서는 경부선, 호남선, 전라선의 열차들이 공통으로 운행된다.)에서 열차별 및 선구별 정보를 쉽게 파악할 수 있게 하기 위해서이다.

열차번호	열차종별	출발역	종착역	행선	편성
001	고속전철				
002	서마을				
003	우궁환				
004	통일				
005	고속전철				
N	N				

- 열차번호				
출발역	출발시간	도착역	도착시간	선구

그림 3 열차정보 데이터 구조

그림 4는 좌석 및 예약정보에 대한 데이터 구조를 나타낸다. 여기서 좌석에 대한 정보는 기본 정보로서는 구축될 사항이 거의 없고 열차좌석 관리에 대한 어플리케이션이 구성될 때 많은 가공 정보 및 파생정보들이 대량으로 발생할 것으로 예상된다. 열차좌석 관리를 위한 어플리케이션은 좌석 및 예약에 관한 정보들을 DCP 마다 필요로 하므로 실적 데이터를 DCP별로 구축해야만 하

고, 또 시스템 개발 후 운용시에도 현행 예약 데이터를 DCP별로 수집하여 저장해야 하므로 이에 대한 필드(field)들을 고려해야만 한다. 여기서 DCP# END 값은 열차 출발 후에 수집되는 최종 데이터로서 열차의 탑승 실적데이터가 되며 수송실적 분석을 위한 기초데이터로 사용된다.

좌석 및 예약정보에서는 정보를 DCP별로 관리해야 할 뿐만 아니라 동일 열차들이 매일 출발함을 주목해야 한다. 서울에서 부산으로 가는 새마을호인 '001'(열차번호) 열차는 아침 일찍 매일 출발하는데 이는 각각의 열차들이 출발일자별로 관리되어야함을 의미한다. 또 열차좌석 관리를 위한 어플리케이션은 정보들을 열차등급별 및 O-D(Origin-Destination)별로 요구하므로 이에 적합한 데이터의 구조를 설계해야 한다.

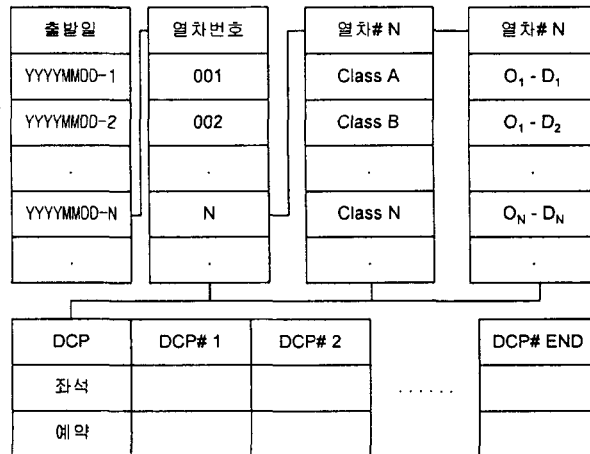


그림 4 좌석 및 예약정보 데이터 구조

## 5. 결 론

지금까지 열차계획 및 열차좌석관리를 위한 수송실적 데이터베이스 시스템 개발방안에 대해 논하였다. 앞에서 거론하였듯이 '열차', '좌석', '예약'의 기본 데이터베이스는 1차적으로 올해에 구축될 예정이고, 각 어플리케이션의 개발 및 이에 따른 데이터베이스 보완은 다음 단계에서 구성될 것이다.

기본 데이터베이스 시스템은 Windows NT 기반에서 RDBMS인 DB2에 의해 pc 플랫폼으로 개발되고, 각 실행 어플리케이션이 개발된 후에는 데이터베이스 트랜잭션이 많아지고, 시스템의 안정성이 요구되므로 플랫폼을 업그레이드 해야할 것으로 예상되며, 또 어플리케이션이 구축되었을 때 DBMS에 대한 부하가 증가할 것으로 예상되므로 이에 대한 적절한 시험·평가 및 대책이 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 홍순홍, 고속철도 수익관리시스템에 관한 연구, 한국철도기술연구원 고속철도연구지원팀 고속철도 연구보고서(전기분야), 1997. 2, p. 239 ~ 292
2. 한국철도기술연구원 전기·신호개발팀, 철도종합정보시스템 엔지니어링 기술개발 연차보고서,

1997. 11

3. 최용락, 데이터 모델링, 데이터베이스 월드, 1996. 5, p. 41~54
4. 이명선, XBase 프로그래머를 위한 관계형 이론(1), 데이터베이스 프로 vol. 2, 1996. 2, 94~102
5. Takahiro Fukutani, 輸送実績解析システムの開発, RTRI report vol. 3 no. 1, 1989. 1, p. 19 ~ 26
6. Takahiro Fukutani, 輸送実績を利用 列車計劃支援 システムの開発, RTRI report vol. 4 no. 9, 1990. 9, p. 36 ~ 40
7. Cecile Queille, Yield Management, Rail International, Feb. 1997, p. 18~22
8. Koichi Tsukigi, The Design of Database for Accounting and Statistics in the Integrated Sales Management System, RTRI Quarterly report vol. 26 no. 1, 1985, p. 26~29