

범용 Database를 이용한 단기전력수요예측 시스템 개발

김병수*, 하성관*, 송경빈*, 박정도**
 *숭실대학교 전기공학과, **위덕대학교 전기공학과

The Development of Short-term Load Forecasting System Using Ordinary Database

Byoung-Su Kim*, Seong-Kwan Ha*, Kyung-Bin Song*, Jeong-Do Park**
 *Soongsil University, **Uiduk University

2. 단기전력 수요예측 시스템

Abstract - This paper introduces a basic design for the short-term load forecasting system using a commercial data base. The proposed system uses a hybrid load forecasting method using fuzzy linear regression for forecasting of weekends and Monday and general exponential smoothing for forecasting of weekdays. The temperature sensitive is used to improve the accuracy of the load forecasting during the summer season.

MS-SQL Sever has been used a commercial data base for the proposed system and the database is operated by ADO(ActiveX Data Objects) and RDO(Remote Data Object). Database has been constructed by filtering the historical load data for the past 38 years. The weather information is included in the database. The developed short-term load forecasting system is developed as a user friendly system based on GUI(Graphical User interface) using MFC(Microsoft Foundation Class).

Test results show that the developed system efficiently performs short-term load forecasting.

1. 서 론

전력수요예측은 전력계통을 안정적이고 경제적인 운영을 위해 필수적이며, 경쟁시장의 다양한 참여자에게 매우 유용한 기본 정보로 사용된다. 현재까지 수요예측의 정확성을 개선하기 위해 시계열법, 회귀분석법과 같은 예측법에서부터 지식기반의 인공지능지식과 퍼지개념을 적용한 예측법등 다양한 기법이 적용되어 왔다. 전력수요예측은 과거의 자료를 이용하여 예측을 수행 하는데 과거 수십 년간의 일별, 월별, 주별, 년도별 부하와 기상 등의 자료를 처리해야 하므로 체계적인 자료 저장과 자료처리 기술이 요구된다. 따라서 상용 데이터베이스를 이용하여 과거의 자료를 모형별로 정리하고 불량정보를 제거함으로써 정확한 수요예측의 환경을 구축할 수 있다. 그 동안의 예측 모델들은 관련한 문제에 대한 자료를 별도로 수집하여 파일시스템으로 구축한 후 예측모델을 적용하는 개별적 문제해결방법에 익숙해져 있었다. 이와 같은 이유로 대규모 전력계통을 해석하는데 있어 데이터의 효과적인 취득과 효율적인 사용기술이 필요하다.[1]

따라서 본 논문에서는 MS-SQL Sever를 사용하여 대규모 자료(즉, 약 38년치의 부하데이터)를 데이터베이스화 하고, MFC (Microsoft Foundation Class)로 MMI (Man-Machine Interface)를 작성하여 GUI(Graphical User interface)를 통해 데이터베이스를 조작할 수 있는 단기수요예측 시스템을 개발함으로써 효율적으로 수요예측을 수행할 수 있는 방법을 제시한다.

전력계통의 운용 목표는 품질이 좋은 전력을 경제적으로 안정하게 수용가에게 공급하는데 있다. 즉 그것은 전력을 안정적으로 공급하고 전력설비를 경제적으로 운용하는데 있다. 따라서 전력수요예측은 이 모든 목표의 가장 기본이 되는 단계이다.

최근 사회의 많은 분야에서 정보의 효율적 관리를 위해 데이터베이스 시스템(DBMS)을 널리 사용하고 있다. 전력수요예측에 있어서도 데이터베이스 시스템을 사용함으로써 보다 효율적이고 신속한 수요예측이 가능하다. 그래서 본 연구에서는 미리 구축된 예측프로그램과 SQL SEVER 2000으로 구축한 데이터베이스의 연계작업으로 수요데이터를 효율적으로 관리하고 조작할 수 있는 방법을 제시한다. 따라서 본 절에서는 단기수요예측 시스템에 사용한 수요예측 기법[2]에 대해 간단히 소개하고 데이터베이스의 구축과 최종적으로 GUI를 통하여 데이터베이스를 조작하고 효율적으로 수요예측을 수행할 수 있는 단기수요예측 시스템 개발에 대해 기술하였다.

2.1 하이브리드 단기전력 수요예측 알고리즘

2.1.1 지수평활화법을 이용한 평상일 예측

지수평활화법은 특수한 변동특성이 없는 평상일의 수요예측에 적합한 기법이다. 본 논문에서는 여름에는 온도의 영향을 받으므로 이 기간을 제외한 봄, 가을, 겨울 중 평일의 수요를 예측하기 위하여 지수평활화법을 사용한다.[3]

2.1.2 온도증감계수를 고려한 여름기간 수요예측

봄, 가을, 겨울은 온도의 증감이 수요에 거의 영향을 주지 않는다. 하지만 여름기간은 냉방부하의 사용이 급증하기 때문에 일간 최고온도가 최대수요에 큰 영향을 미친다. 수요를 살펴보면, 특이한 경우를 제외하고는 온도가 증가함에 따라 수요도 증가하고 온도가 감소함에 따라 수요도 감소함을 볼 수 있다. 그리고 7월과 8월의 최고온도와 최대수요관계 사이의 민감도 역시 차이가 크다. 그래서 여름기간 동안의 수요예측의 정확성을 증가시키기 위해 온도민감도를 도입하였다.[2]

2.1.3 퍼지선형회귀분석법을 이용한 특수일 예측

회귀분석법은 변수들 상호간의 관련성을 분석하여 이들 변수를 설명하는 통계적인 방법이다. 퍼지선형회귀분석법은 선형회귀분석 모델에 퍼지개념을 도입하여 입력력을 퍼지화하고 이를 예측을 위해 사용하였다.[2]

2.1.4 단기 수요예측 알고리즘

요일과 계절 특성에 따른 수요예측방법은 앞에서 설명하였다. 다음 그림1은 수요예측 기법에 따른 단기수요예측 알고리즘의 흐름도이다.

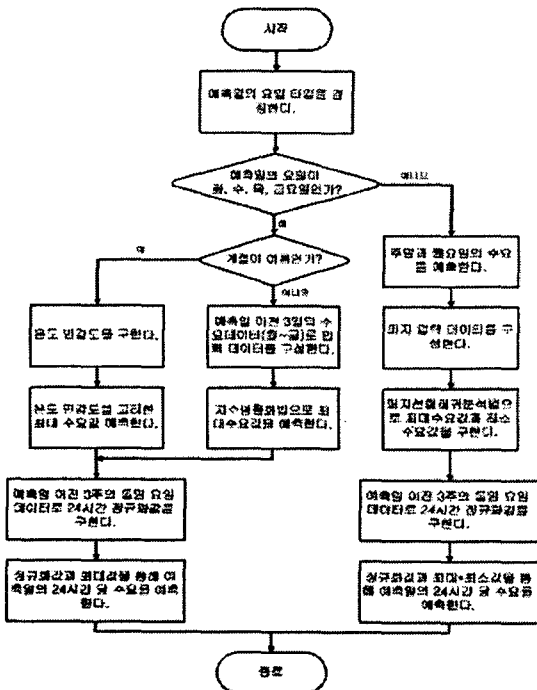


그림1. 단기수요예측 알고리즘 흐름도

2.2 데이터베이스

최근 각종 전산장비, 네트워크, 소프트웨어의 성능 및 데이터 처리 기술의 발달로 인하여 기존의 데이터베이스 설계기법만으로는 최적의 데이터베이스를 설계하는 데에 문제점이 많다. 따라서 데이터베이스 설계 시 고려해야 할 사항들도 많은 변화가 있어야 한다. 본 절에는 수요예측 및 이와 유사한 대규모 자료의 전산화에 적합한 대용량 데이터베이스 구축 시, 최근의 추세를 반영한 데이터베이스 설계 방안을 설명한다.

2.2.1 데이터베이스 설정

수요예측 데이터와 같은 대용량의 자료를 데이터베이스로 구성할 때 고려하여야 할 사항들은 다음과 같다.

- 하드웨어 구성 반영
- 물리적인 데이터베이스 구성의 최적화
- 데이터베이스 File Group의 효율적 배치
- File Group을 고려한 효율적인 테이블 배치
- 데이터의 성질을 반영한 인덱스 설정
- 용도에 적합한 데이터베이스의 튜닝 및 최적화

각 항목에 대한 상세 내용은 논문[1]에 자세히 나타내었다.

2.2.2 데이터베이스 구성

본 연구에서 목표로 하는 수요예측 시스템의 궁극적인 목적은 총수요예측, 모션수요예측, 무효전력수요예측 등이 포함되므로 데이터베이스를 표1과 같이 구성하였다.

표 1. 데이터베이스의 종류 및 내용

데이터베이스 이름	내용
LOAD_FORECASTING	수요예측에 관련된 데이터의 집합
REGIONAL_INFO	지역정보에 관련된 데이터의 집합
WEATHER_INFO	기상실적에 관련된 데이터의 집합
POWER_SYS_INFO	계통정보에 관련된 데이터의 집합

기상실적, 계통정보 등의 데이터를 테이블 단위로 부하 예측 데이터베이스(LOAD_FORECASTING)에 통합하여도 무방하나, 타 시스템과의 연계를 고려하기 위해서는 각각의 데이터들을 특성에 따라 분리하는 것이 유리하다. 따라서 총수요예측은 그림2와 같이 다수의 데이터베이스에 저장된 데이터를 연계하여 동작한다.

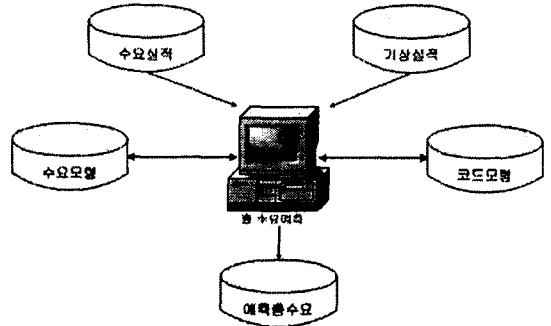


그림2. 총수요예측과 데이터베이스

2.2.3 테이블 구조

각각의 데이터베이스 내에는 다수의 테이블이 존재하며 상호 연관성을 바탕으로 구성되어 있다. 다음은 총수요예측에 연관된 테이블 일부의 구조이다.

표 2. LOAD_FORECASTING.LOAD_DEMAND

필드명	타입	내용
LoadDay	DateTime	날짜
DayOfWeek	TinyInt	요일 코드
Code	Int	특수일 지정 코드
Remark	Text	설명
MW01	Float(8)	1시의 수요[MW]
:		
MW24	Float(8)	24시의 수요[MW]

표 3. LOAD_FORECASTING.SPECIAL_DAY

필드명	타입	내용
Code	Int	특수일 지정 코드
LorS	TinyInt	음력/양력 의존 코드
Remark	Text	설명

LOAD_DEMAND.Code와 SPECIAL_DAY.Code는 서로 연관을 가지고 있으며, 이와 유사한 형태로 모든 데이터를 연관관계를 바탕으로 정규화/비정규화의 반복적인 과정을 거쳐 각각의 테이블로 구성하였다. 비정규화를 수행한 이유는 과도한 정규화는 오히려 시스템의 성능을 저하시키기 때문이다.

2.2.4 인덱스 생성

생성된 데이터베이스에 자료를 수집하는 수요데이터 테이블을 생성한 후, 테이블의 용도에 따라 다음을 고려하여 인덱스를 설정하였다.

- 수요예측 데이터는 수십 년간의 데이터 중 특정범위의 데이터를 요청하는 경우가 빈번하므로 클러스터 인덱스를 생성
- 조인 작업과 같이 정렬된 결과나 정렬된 중간 결과를 필요로 하는 경우 클러스터된 인덱스를 사용하여 검색속도를 높인다.[1]

3. 수요예측 GUI 구축

본 연구에서 데이터베이스는 MS-SQL Sever를 사용하였고, 단기 전력수요예측 시스템은 OOP(Object-Oriented Programming)의 특성을 가지는 MFC(Microsoft Foundation Class)를 사용하여 GUI를 구성하였다.

3.1 데이터베이스 접근법

MFC를 이용한 데이터베이스 접근에는 Embedded Interface(PTK), ODBC(Open Database Connectivity), ADO, RDO, RDS(Remote Data Service)등이 사용되고 있으며 그 계층구조는 그림3과 같다.[7]

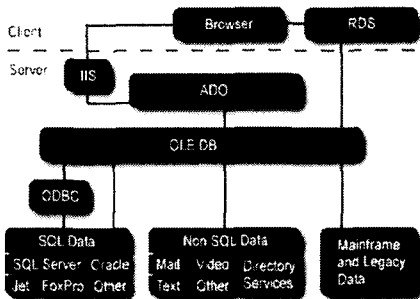


그림3. 다양한 데이터베이스 접근법과 계층구조

본 연구에서는 처리속도 면에서 유리한 다른 방법들이 존재하나, 확장성 및 시스템변경에 유연하게 대처하기 위해 ADO와 RDO를 병행하여 사용하였다.

3.2 단기 전력수요예측 GUI

단기수요예측 시스템의 기본 화면은 그림4에 제시하였으며, 일별/주간별 날짜의 수요데이터를 손쉽게 조회할 수 있다. 또한 시간대별 수요를 동시에 그래프로 나타냄으로써 수요패턴에 대한 사용자의 시인성을 높이기도 구성하였다. 본 시스템은 복잡한 조작이 필요 없고, 직관적인 GUI를 통해 예측대상일자의 선택만으로 수요예측이 가능하다. 사용자가 날짜를 선택하면 시스템은 내부적으로 요일특성과 계절특성을 판단하여 그에 맞는 예측 결과를 보여준다.

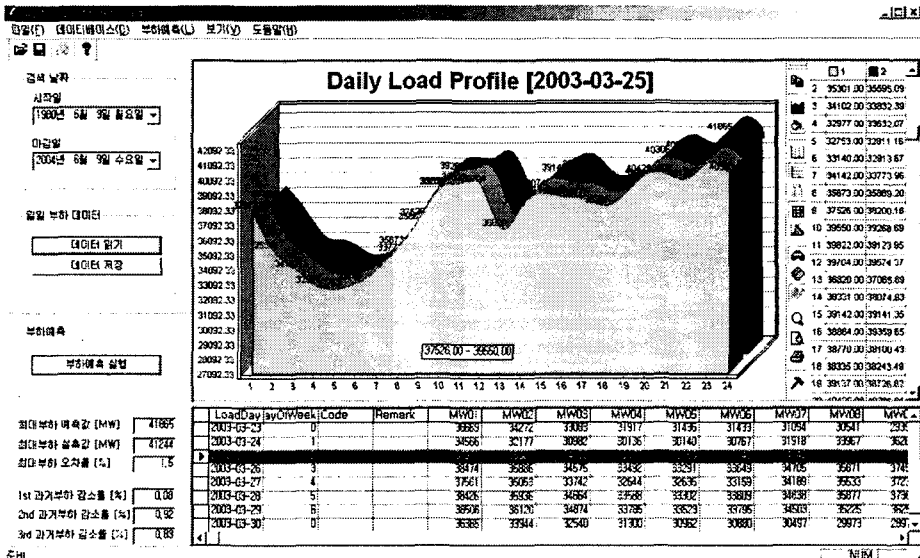


그림4. 단기 수요예측 시스템 기본 화면

4. 결 론

본 연구에서는 사용자로 하여금 간편하고 신속한 수요예측이 가능한 단기수요예측 시스템에 대해 기술하였다. 본 시스템에 적용된 알고리즘의 예측 정확성에 관해서는 논문[2]에 자세히 기술되어 있으며 본 연구는 새로운 알고리즘의 개발보다는 수요데이터를 MS-SQL Server를 사용하여 데이터베이스를 구축하고 MMI를 통해 알고리즘을 데이터베이스에 연동함으로써 기존의 수작업으로 이루어지던 수요예측작업의 단점을 효과적으로 개선하였다. 또한 향후 새로운 알고리즘을 개발함에 있어서도 다른 데이터나 시스템의 변경 없이 알고리즘만 추가함으로써 수요예측이 가능하기 때문에 환경변화에 유연한 대처가 가능하다.

향후 단기전력 수요예측 시스템은 인공지능기능, 모션수요예측, 무효전력수요예측, 이벤트 처리기능, 실시간수요예측 등의 알고리즘으로 보강하여 전력시장의 필수 도구로 발전 될 것이다.

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소(EESRI-02-전-01)주관으로 수행된 과제임.

[참 고 문 헌]

- [1] 박정도, 송경빈, 백영식, "전력계통 수요예측을 위한 데이터베이스 설계", 대한전기학회 하계학술대회논문집, pp. 80-82, 2003년 7월
- [2] S. K. Ha, K. B. Song, "A hybrid load forecasting method using fuzzy linear regression and general exponential smoothing and considering the sensitivities of the temperature", accepted in ICEE 2004.
- [3] 하성관, 김병수, 송경빈, "지수평활화법을 이용한 평일의 24시간 단기수요예측", 대한전기학회 2004년 춘계학술대회논문집, pp 61-63, 2004년 5월
- [4] 전력수급계획 및 운용해석 종합시스템 개발에 관한 연구 (중간보고서), 전력연구원, TR94YJ15.9705, 1996
- [5] 한국데이터베이스진흥센터(<http://www.dpc.or.kr>)
- [6] 정유진, "예제로 배우는 SQL SEVER 2000"중앙교육진흥연구소, 2003
- [7] 안재우, "Database Programming With Visual C++ DAO에서 ADO까지", Visual Studio 사용자모임