

이자율의 기간구조 추정 및 채권 거래 지원 시스템 개발 방법론

- PowerBuilder 및 C언어를 이용한 시스템 구현 -

조희연
경영대학 경영학부

<요약>

이자율의 기간구조는 이자율을 만기의 함수로써 표시해 준다. 그러므로 이자율의 기간구조는 채권의 가격결정모형 및 제반 채권전략구사에 필수적인 역할을 한다. 본 연구에서는 재무이론에서 제공하는 이자율의 기간구조 추정방법을 근간으로 하여 국내 채권시장에 적합한 기간구조 추정시스템을 개발하고자 한다.

본 시스템의 구현은 Visual 개발 툴인 파워빌더 5.0과 C언어를 사용하였다. 데이터베이스는 SQL Anywhere D.B 엔진을 이용하여 구현하였고 채권의 가격계산 및 할인함수 추정을 위한 다중회기모형, 수익률 계산 등의 알고리즘 부분은 C언어를 이용하여 개발하였다.

A Developing Method for Term Structure Estimation and Bond Trading System

He Youn Cho
School of Business Administration

<Abstract>

Term structure of interest rates provides a characterization of interest rates as a function of maturity. Term structure of interest rates plays a prominent role in many fixed income management strategies. This paper has developed the term structure estimation and bond trading system for Korean bond market. The developing tools used in this paper are PowerBuilder 5.0, C language and SQL anywhere D.B engine.

I. 서 론

향후 채권시장은 최근의 금융 시장 개방화로 인하여 발행시장 및 유통시장 모두 활성화 될 것으로 예상된다. 또한 현재 급속히 발전하고 있는 파생금융상품시장에서는 새로운 금융상품 개발이 활발히 이루어지고 있는데 금융 신상품 개발에 있어서 채권의 역할은 매우 크다. 이에 따라 채권의 이론적 가격결정 및 채권 관리전략은 향후의 금융시장에서 중요한 문제가 될 것이다.

채권의 가격결정과 전략수립에 기반이 되는 두 가지 문제는 이자율의 기간구조에 대한 추정과 이자율의 기간구조가 어떠한 확률적 과정을 따라서 움직이느냐 하는 기간구조 모델링 부분이다. 이자율의 기간구조 추정은 채권의 이론적 가격결정에 필수적인 부분으로써 이자율의 기간구조 추정 시스템은 제반 채권투자 지원 시스템의 기초가 된다. 이자율의 기간구조를 추정하기 위한 몇 가지 모형이 제시되었는데 대표적인 방법은 McCulloch 모형 (1975) 및 Litzenberger & Rolfo 모형 (1984)과 Vasicek 모형 (1982) 등이 있다. 이들 모형의 차이점은 이자율의 기간구조 추정에 사용되는 기저함수의 차이에 따라 발생한다. McCulloch 모형은 이자율 기간구조의 근간이 되는 할인함수를 추정하기 위해 기저함수로 이차함수 (Quadratic function)와 삼차함수 (Cubic function)를 사용하였고 Litzenberger & Rolfo 역시 삼차함수를 기저함수로 사용하였다. 그러나 Vasicek은 기저함수로 지수함수를 사용하였다. 지수함수를 사용하는 경우에는 추정과정에 비선형 추정과정 (Nonlinear estimation)이 들어가므로 삼차함수를 사용하는 경우보다 시간이 훨씬 많이 걸리게 된다. Shea (1986)는 미국의 채권시장에 대해 검증한 결과 기저함수로서 삼차함수와 지수함수 중 어느 것을 사용해도 추정 결과에는 별 차이가 없다는 결론을 얻었다.

기간구조 모델링은 Schwartz (1979), Cox, Ingersoll, and Ross (1981, 1985), Vasicek (1977), Chen, Karolyi, Longstaff, and Sanders (1992) 등에 의해서 여러 가지 균형 모형 (Equilibrium model)들이 제시되었다. 그러나 이들은 이자율의 확률적 과정에 대한 가정을 한 후에 이 가정에서 이자율의 기간구조 형태를 도출하기 때문에 실제 채권시장에서 측정되는 기간구조 형태와 다른 기간구조 모양을 갖게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Ho, and Lee (1986), Hull, and White (1990) 등은 측정된 기간구조의 모양을 주어진 변수로 두고 이 주어진 기간구조가 어떠한 확률적 과정을 따라 전개되어 나가는지를 모형화 하였다. 이자율의 확률적 과정에 대한 모델링은 채권에 내재되어 있는 다양한 옵션들을 평가하는데 필수적이다. 아직까지 국내에는 생소하지만 채권에는 수의 상환부 조건 (Call provision), 감채기금부 조건 (Sinking fund provision) 및 기타 전환권이나 풋조항 등 다양

한 형태의 조건부 요구권 (Contingent claims)들이 포함되어 있는데 이들의 가치를 구하기 위해서는 이자율의 기간구조가 향후에 어떠한 확률과정을 따라서 움직이는 가를 모델링 하는 것이 필수적이다.

본 연구에서는 국내 채권의 가격을 구하기 위한 두 단계 중 첫째 단계인 이자율의 기간 구조 추정 시스템에 대하여 다루고자 한다. 그러나 국내 채권시장은 아직까지 거래가 활발치 못하고 거래 역시 특정 만기의 채권에 편중되어 있기 때문에 기간구조 추정시스템을 개발하는데 어려움이 있다.

그러므로 본 연구에서는 재무이론에서 제공하는 이자율의 기간구조 추정방법을 기초로 하여 국내 상황에 적합한 이자율의 기간구조 추정시스템의 개발 방법을 제시하고 PowerBuilder와 C언어를 이용하여 구현하고자 한다. 또한 본 시스템은 채권전략의 활용지표로써 선도이자율 및 상대가격을 제공함으로써 투자가들이 다양하고 과학화된 채권 평가 기법이나 포트폴리오 운용전략을 구사할 수 있도록 한다.

최근 들어 투자운용회사의 채권 펀드들에 대한 시가 평가제가 도입되었고 자산담보부 채권시장 (Mortgage Backed Securities)이나 금리선물의 도입 등으로 인하여 채권의 평가는 중요한 문제가 되고 있다. 또한 금융시장의 발전으로 옵션 등이 가미된 여러 복합 채권 상품들이 개발되면 보다 과학적이고 체계적인 평가방법이 필요하게 될 것이며 이에 따라 이자율의 기간구조 추정문제는 더욱 중요한 문제가 될 것이다.

이자율의 기간구조를 추정하기 위해서는 우선 거래 데이터와 발행 데이터가 필요하기 때문에 2장에서는 이를 데이터에 대한 데이터 베이스 설계방안을 제시하고 3장에서는 기간구조를 추정하기 위한 모형을 다룬다. 4장에서는 기간구조 추정 시스템의 구조와 SQL Anywhere 및 C언어, 파워빌더를 이용한 구현 사례를 설명하고 5장에서는 결론을 다룬다.

II. 채권 데이터 베이스 설계

이자율의 기간구조 함수를 추정하기 위해서는 채권시장에서 거래된 과거 거래 데이터와 발행 데이터를 데이터 베이스에서 읽어들여야 하므로 채권 데이터베이스 구축이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 채권의 발행시장과 거래시장의 자료를 관계 데이터베이스 모형을 이용하여 모델링 하고자 한다.

본 시스템에서 필요한 테이블은 크게 2종류의 주 테이블(발행정보 테이블과 거래정보 테이블)과 2개의 보조 테이블로 구성된다. 각 테이블의 필요속성과 데이터형은 다음과 같다.

2.1 테이블의 속성과 데이터형

(1) 발행정보 테이블

- . 종목 표준코드 : char(12), 증권거래소가 부여하는 국제 표준 유가증권코드
- . 종목 축약코드 : char(9), 실무에서 사용하기 편하게 만든 약식코드
- . 종목 명 : char(30), 개별채권의 한글 종목 명
- . 발행 회사코드 : char(5), 개별채권의 발행회사 코드 (회사체에 한함)

- . 발행일 : date, 채권을 발행한 일자
- . 매출일 : date, 채권을 선매출한 일자
- . 상환일 : date, 채권의 만기일
- . 발행 이자율 : float, 채권의 이자 지급시 적용하는 금리
- . 이자 지급방법 : int, 채권원금에 대한 이자를 지급하는 방법
1:할인채, 2:복리채, 3:이표채, 4:금리연동, 5:거치복리
6:거치단리, 7:단리채, 8:FRN
- . 이자 지급기간 : int, 채권원금에 대한 이자를 계산하는 단위가 되는 기간
- . 이자 선/후구분 : int, 이자 지급시점, 1:선급, 2:후급
- . 이자단위 택일기준 : int, 발행일과 상환일중 이자지급일 계산의 기준이 되는 일
자가 말일일 때 말일과 해당일중 이자 지급일로 선택 하여야 하는 기준
0:발행일 일자 기준, 1:발행일 말일기준,
2:상환일 말일 기준, 3:상환일 일자기준
- . 옵션종류 : int, 채권에 부여된 옵션의 상태
1:Call옵션, 2:Put옵션
- . 보증형태 : int, 회사채의 보증여부
1:보증, 2:담보부, 3:무보증
- . 보증기관코드 : char(4), 보증회사채의 지불채무의 이행을 보증한 기관코드
- . 거치기간 : float, 분할 상환 채권의 원금 거치 기간
- . 분할기간 : float, 분할 상환 채권의 원금 분할 상환 기간
- . 금리연동 채권 코드 : char(9), 금리 연동 채권의 약식코드 (금리연동
채권에 한함)
- . 주간회사 코드 : char(4), 회사채의 발행사무를 담당한 기관 코드
- . 인수기관 코드 : char(4), 채권의 인수를 담당한 기관 코드

(2) 금리 연동 채권 정보 테이블

- . 금리 연동 채권 코드 : char(9), 금리 연동 채권의 약식코드
- . 기준금리 : char(10), 금리연동 채권의 해당연차부터 적용되는 기준금리의 종류
- . 연차 : int, 금리연동 채권의 이자지급 시작 연차
- . 발행 가산금리 : float, FRN의 이자지급시 기준수익률에 더하여 적용하는 금리

(3) 발행회사 정보 테이블

- . 발행 회사코드 : char(5), 개별채권의 발행 회사 코드 (회사채에 한함)
- . 발행 회사명 : char(30), 개별채권의 발행 회사명
- . 한신평 신용평가일 : date
- . 한신평 신용 평가 등급 : char(4), 예) AAA+
- . 한신정 신용평가일 : date
- . 한신정 신용 평가 등급 : char(4), 예) AAA+
- . 한기평 신용평가일 : date
- . 한기평 신용 평가 등급 : char(4), 예) AAA+
- . 적용등급 : char(4), 3 회사의 신용 평가 등급을 이용하여 일정기준에 따라

산출한 신용등급

- . 기업 분류 : int, 기업의 규모 분류
1:대기업, 2:중기업, 3:소기업
- . 당기순이익 : double, 해당 기간의 당기순이익
- . 감사의견 : int, 외부 감사인이 주식회사의 재무제표가 기업회계기준에 적합하게 작성되었는지를 감사하여 제출한 의견
1:적정, 2:한정, 3:부적정, 4:의견거절, 5:보고서 미 제출

(4) 보증기관 테이블

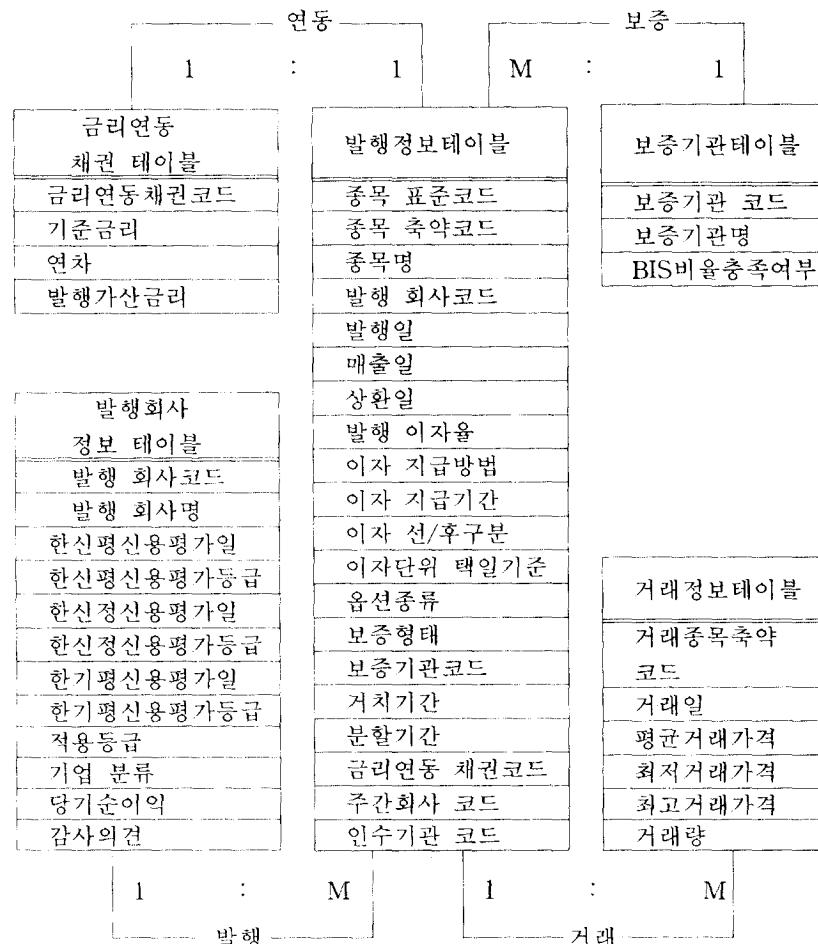
- . 보증기관 코드 : char(4), 보증회사채의 지불채무를 보증한 기관의 코드
- . 보증기관명 : char(30), 보증회사채의 지불채무를 보증한 기관의 회사명
- . BIS 비율 충족 여부 : True/False, 보증회사채의 지불채무를 보증한 기관의 BIS 비율 충족 여부

(5) 거래정보 테이블

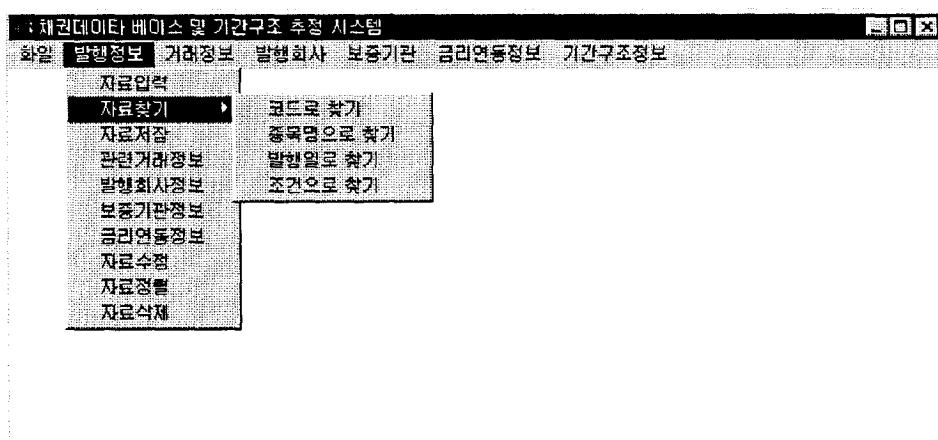
- . 거래 종목 축약코드 : char(9), 거래된 채권의 종목코드
- . 거래일 : date, 채권이 거래된 일자
- . 평균 거래가격 : float, 각 종목의 각 거래일에 거래된 가격들의 가중 평균가격
- . 최저 거래가격 : float, 각 종목의 각 거래일에 거래된 가격들 중 최저가격
- . 최고 거래가격 : float, 각 종목의 각 거래일에 거래된 가격들 중 최고가격
- . 거래량 : float, 각 종목의 각 거래일에 거래된 거래량

2.2 채권 데이터 베이스의 E-R Diagram

채권의 자료관리 및 채권거래에 필요한 정보를 얻기 위해서는 위에서 기술한 자료들이 요구된다. 이러한 자료에 대하여 데이터 베이스를 구축하기 위한 첫 번째 단계로 개체-관계 모형을 작성할 필요가 있다. 위의 사용자 요구사항을 테이블을 이용한 E-R 그림으로 나타내면 다음과 같다.



위의 테이블들을 기반으로 채권 거래시스템의 기본화면을 PowerBuild를 이용하여 구축한 결과는 다음 화면과 같다.



<그림1 채권거래 시스템의 기본화면>

III. 이자율의 기간구조 추정 방법론

이자율의 기간구조는 이자율을 만기의 함수로써 표시해 준다. 그러므로 이자율의 기간구조는 채권의 가격결정모형 및 제반 채권전략구사에 필수적인 역할을 한다. 이자율의 기간구조추정에 있어 두 가지 목적은 첫째로 이자율의 기간구조를 거래 데이터에 잘 적합(Fitting)시키는 것이며 둘째로는 이자율 곡선의 형태가 가능하면 평활화된 형태가 되도록 하는 것이다.

3.1 기저 함수의 선택

이자율의 기간구조를 추정하기 위해서 첫 번째로 고려해야 할 사항이 할인함수를 위한 기저함수의 선택이다. 기저함수란 거래 데이터에 적합시키기 위한 할인함수의 기본적인 함수 형태로써 일반적으로 많이 사용되는 함수 형태는 다항함수 (Polynomial function)와 지수함수 (Exponential function)이다. 이자율의 기간구조 추정에 사용되는 기저 함수를 무엇으로 사용하느냐에 따라 모형의 차이가 발생하는 바 McCulloch 모형은 기저 함수로써 이차함수 (Quadratic function)와 삼차함수 (Cubic function)를 사용하였고 Litzenberger & Rolfo 역시 삼차함수 (Cubic function)를 기저함수로 사용하였다. 그러나 Vasicek은 할인함수의 형태가 지수함수와 유사하다는 점에 착안하여 기저함수로 지수함수 (Exponential function)를 사용하였다. 지수함수를 사용하는 경우에는 추정과정에 비선형 추정과정 (Nonlinear estimation)이 들어가므로 삼차함수를 사용하는 경우보다 시간이 훨씬 많이 걸리게 된다. Shea (1986)는 미국의 채권시장에 대해 검증한 결과 기저함수로써 삼차함수와 지수함수 중 어느 것을 사용해도 데이터 적합 능력 및 곡선의 평활능력에는 별 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서는 기저함수로써 다항함수 중 이차함수와 삼차함수를 사용하여 이자율의 기간구조를 추정한다. 본 연구에서 고려하는 방안은 기간구조의 기간에 따라서 다른 다항함수를 사용하는 방법으로 이차함수와 삼차함수를 복합적으로 사용한다.

3.2 할인 함수의 계수 추정

할인함수 (기저함수)를 선택한 후에는 이 함수에 대한 계수들을 추정하는 절차가 필요하다. 예를 들어 삼차함수가 선택된 경우에는 다음과 같은 절차를 통하여 계수가 추정된다. 만기를 $k+1$ 개의 연속된 구간으로 나누면 각 구간에서 할인함수는 삼차 다항식이 된다. 만기를 $k+1$ 개의 구간으로 나누므로 만기 상에는 $k+2$ 개의 knots들이 존재하게 되고 이들을 $0, t_1, t_2, \dots, t_{k+1}$ 로 표시하자. 인접된 두 구간에 있어서 할인함수가 꼭선으로 연결되기 위해서는 각 knot 에서 할인함수의 1차 및 2차 미분 값이 같아야 한다. 그러므로 연속된 삼차 다항식의 일반적 형태는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 m(t) = & a_1 + b_1 t + c_1 t^2 + d_1 t^3 + \sum_{i=0}^k [A_{i+1} + B_{i+1}(t-t_i) \\
 & + C_{i+1}(t-t_i)^2 + F_{i+1}(t-t_i)^3] D_i(t)
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 $D_i(t)$ 는 Step 함수로서

$$D_i(t) = 0, \quad t < t_i, \quad D_i(t) = 1, \quad t \geq t_i, \quad i = 1, \dots, k$$

위에서 언급했듯이 각 knot에서 할인함수는 연속적이어야 하므로 모든 A_i 는 0값을 갖게 된다. 그리고 각 knot에서 할인함수의 일차미분과 이차미분의 연속성을 보장받기 위해서는 모든 B_i 와 C_i 가 0이 되어야 한다. 또한 현재시점 ($t = 0$)에서의 할인함수 값은 1이므로 할인함수는 다음과 같은 형태로 간단히 나타날 수 있다.

$$m(t) = 1 + b_1 t + c_1 t^2 + d_1 t^3 + \sum_{i=0}^k F_{i+1}(t-t_i)^3 D_i(t) \tag{2}$$

그러므로 할인함수는 $k+3$ 개의 계수들, $b_1, c_1, d_1, F_2, \dots, F_{k+1}$ 에 의해서 결정된다. 채권의 가격은 이자소득세율이 τ 일 때 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$P = C(1-\tau) [\sum_{t=1}^{T_n} m(t)] + 100 * m(T_n) \tag{3}$$

where, P = 채권의 가격, C = 지급이자,
 $m(t)$ = 만기가 t 인 할인함수.

위 가격공식 (3)에 할인함수인 식 (2)를 대입하면 할인함수 추정문제는 $k+3$ 개의 계수를 갖는 다중회기모형 (Multiple Regression)이 된다. 즉, 다중회기모형은 종속변수가 $(P - nA - B)$ 이고 $b_1, c_1, d_1, F_2, \dots, F_{k+1}$ 를 독립변수로 갖는 다음의 식이 된다.

$$\begin{aligned}
 P - nA - B \\
 = b_1 [\sum_{t=1}^{T_n} t + BT_n] + c_1 [\sum_{t=1}^{T_n} t^2 + BT_n^2] + d_1 [\sum_{t=1}^{T_n} t^3 + BT_n^3] \\
 + \sum_{i=1}^k F_{i+1} [A \sum_{t=1}^{T_n} (t-t_i)^2 D_i(t) + B(T_n-t_i)^3 D_i(T_n)] + u
 \end{aligned} \tag{4}$$

where, $A = C(1 - \tau)$, $B = 100$, $u = \text{error term}$.

데이터베이스의 테이블 중 발행데이터 테이블에서 각 채권의 발행 이자율, 이자 지급방법, 이자 지급기간, 상환일 등의 자료를 읽어오고 거래 데이터 테이블에서 채권의 거래가격을 읽어 위의 다중회기식의 계수들을 추정한다.

3.3 Knot 개수 및 위치 결정

Knot란 할인함수를 구성하기 위하여 몇 개의 함수를 결합할 것인가를 나타낸다. Knot에 대해서는 다음의 두 가지 결정을 해야 한다. 우선 knot의 개수에 관한 결정으로 이것은 다음의 두 요인에 의해서 영향을 받게 된다. 첫 번째 요인은 할인함수의 거래 데이터에 대한 적합능력이고 두 번째 요인은 할인함수의 평활성이다. knot 숫자가 커지면 추정 할인함수는 거래 데이터를 잘 적합시키게 되는 반면에 할인함수의 평활성은 약화된다. 반대로 knot 숫자가 작아지면 추정 할인함수의 적합 능력은 약화되는 반면에 할인함수의 평활성은 증가된다. McCulloch (1975)의 연구에 따르면 knot의 수는 사용된 거래 데이터 수가 n 일 때 \sqrt{n} 에 가장 근접한 정수로 설정하면 효과적이며 적어도 3개 이상의 knot가 필요하다. 그러나 일반적으로 기간구조의 추정에 사용되는 거래 데이터의 수가 9개 이상은 되기 때문에 이것은 큰 문제가 되지 않는다.

다음으로는 knot의 위치에 대한 결정으로 가능하면 각 구간에 같은 수의 데이터가 포함되도록 하는 것이 효과적이다. n 개의 거래 데이터를 만기가 증가하는 순으로 정렬하여 i 번째의 만기를 m_i 로 표시할 때 j 번째 위치 d_j 는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$d_j = m_h + \theta(m_{h+1} - m_h) \quad (5)$$

여기서, $h = \frac{(j-1)n}{k-2}$ 을 넘지 않는 최대정수,

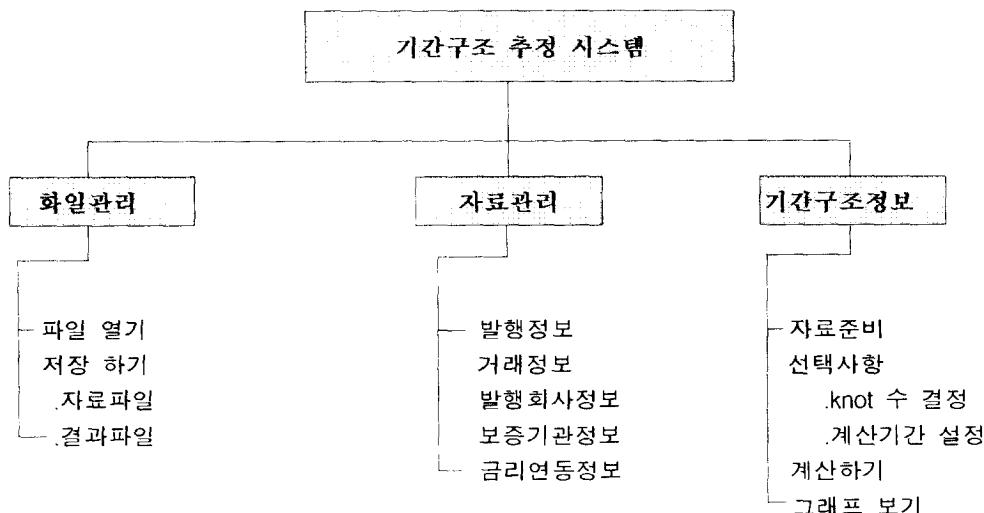
$$\theta = \frac{(j-1)n}{k-2} - h.$$

IV. 이자율의 기간구조 추정시스템의 구조

이자율의 기간구조추정 시스템은 채권 거래가격을 이용하여 만기에 따른 이자율을 표시해 주는 시스템으로서 개별 채권 및 채권 포트폴리오의 이론적 가격을 산출해 준다. 그러므로 채권거래자는 이러한 이론적 가격을 이용하여 각 채권의 Cheap/Rich 분석 등을 체계적이고 효율적으로 할 수 있다.

4.1 시스템 구성도

본 기간 구조 추정시스템의 개요는 다음 그림과 같이 표현된다.



<그림2> 기간구조 추정시스템 구성도

4.2 자료 준비

자료준비란 기간구조 추정을 위해서 필요한 데이터를 데이터베이스에서 읽고 적절한 형태의 파일을 생성시키는 단계이다. 데이터 베이스에서 평가일에 거래된 채권 데이터를 읽어서 기간구조 추정에 적합한 데이터만을 선택한다.

이자율의 기간구조는 무 위험 채권의 기간에 따른 이자율을 측정하는 것이기 때문에 국채를 대상으로 한다. 얼마전까지만 해도 금융기관, 특히 은행의 파산은 거의 없었기 때문에 거래량이 상대적으로 많았던 보증회사채를 대상으로 기간구조를 추정하였으나 최근에는 금융기관의 도산위험이 존재하고 보증 회사채의 거래량도 감소하였으며, 국채의 거래량이 증가함에 따라서 국채를 이용한 기간구조의 추정이 적합하게 되었다. 그러나, 국민주택 2종 채권은 상속세에 대한 특별한 성격을 갖고 있는 채권이므로 대상채권에서 제외시킨다. 또한 투자기관의 특수한 목적에 따라서 왜곡된 가격으로 거래된 국채 역시 제외시킨다.

발행 정보 입력

종목 표준코드	이자지급방법	분할기간
종목축약코드	이자지급기간	금리연동채권코드
종목명	이자선/후구분	주간회사코드
발행회사코드	이자단위택일기준	인수기관코드
발행일	옵션종류	[저장하기]
매출일	보증형태	[추가정보입력]
상환일	보증기관코드	[화면지우기]
발행이자율	거치기간	[취소]

<그림 3> 발행 정보 입력화면

4.3 선택 사항

선택사항은 기간구조를 추정하는 데 필요한 사항들을 선택하는 기능들을 말한다.

(1) 평가일

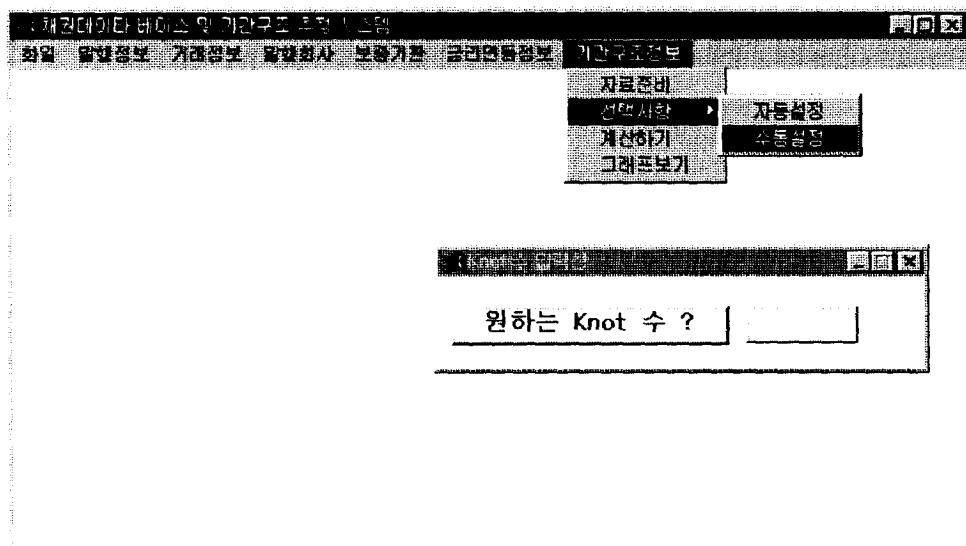
기간 구조 추정을 원하는 날짜를 나타낸다.

(2) knot 수 결정

시스템은 기본적으로 기간구조를 추정하고자 하는 날짜에 거래된 국채중 국민주택 채권 2종과 왜곡된 가격으로 거래된 채권을 제외하고 남는 채권의 숫자가 n 일 때 knot 수는 \sqrt{n} 을 넘지 않는 최대의 정수로 설정된다. 그러나 knot 수를 자동 설정했을 때 기간구조의 모양이나 선도 수익률곡선 (Forward curve)의 모양이 불만족한 경우에는 사용자가 knot 수를 수동으로 입력할 수 있는 옵션을 제공한다.

(3) 기간

사용자의 편의에 따라서 각 그래프를 기간별로 나누어서 볼 수 있는 기능으로 선택 가능한 기간은 5년의 전기간 그래프와 기간별 그래프를 선택할 수 있다.



<그림 4> Knot 수 수동 결정화면

4.4 계산하기

기간구조를 추정하기 위한 자료 및 선택사항이 결정되면 이를 바탕으로 할인함수 (Discount function), 수익률 곡선 (Yield curve), 선도 수익률 곡선 (Forward curve), 오차 그래프 (Error graph)를 계산하여 제공하는 것이 필요하다.

(1) 할인 함수 (Discount Function)

할인함수의 추정은 이자율 기간구조 추정의 핵심으로 기타 정보는 할인함수에서 구할 수 있다. 3장에서 살펴본 바와 같이 할인함수 추정에는 다음의 두 가지 통계기법이 이용된다. 첫째는 스플라인 기법으로 삼차함수와 이차함수의 결합방법(Litzenberger & Rolfo, J.F., 1984)을 사용한다. 둘째는 다중회기 기법을 사용해서 계수를 추정한다. 본 연구에서는 국내 채권거래 데이터에 적합하도록 기간구조 모형을 재구성하여 다음과 같이 기간에 따라 다른 함수를 사용하는 것이 효과적이다. 다수의 실험결과 단기의 할인함수 추정에는 이차함수를 이용하고 중, 장기 할인함수 추정에는 삼차함수를 사용하는 것이 효과적이었다. 또한 할인함수의 추정이 어려울 정도로 거래 데이터가 부족한 경우에는 수익률 곡선이 수평 (Flat)하다는 가정 하에서 인공 데이터를 발생시키고 이들을 추가하여 각 knot 사이에 같은 수의 데이터가 포함되도록 knot들의 위치를 결정하고 할인함수를 추정한다.

(2) 수익률 곡선 (Yield Curve)

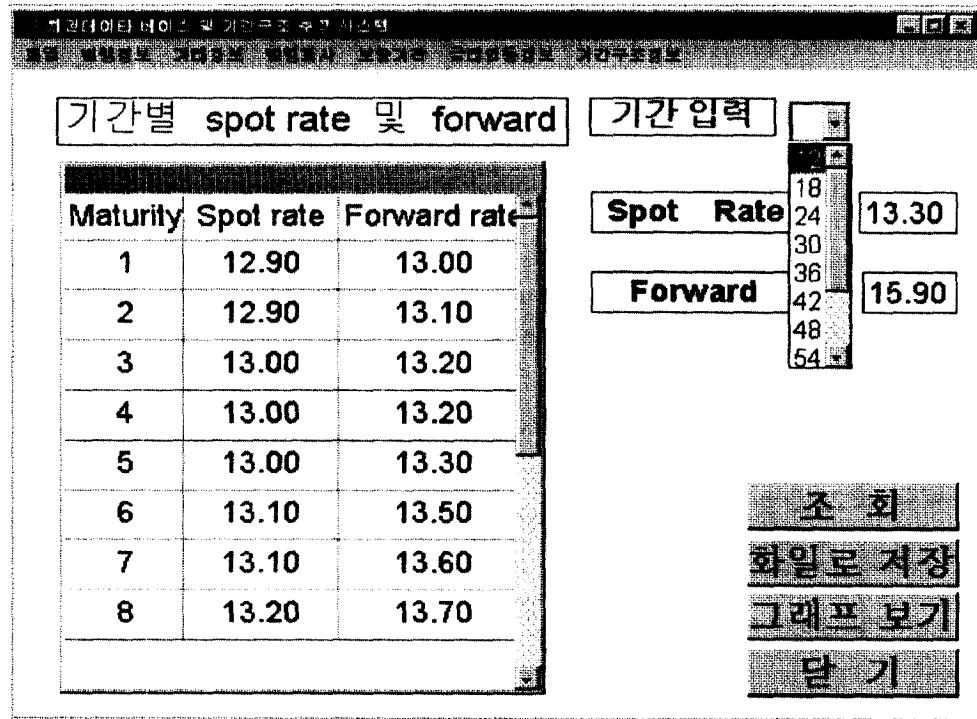
할인함수로부터 각 만기에 대응되는 수익률을 계산한다. 채권의 수익률은 이자가 얼마나 재투자되는가 하는 가정에 따라서 다르게 계산된다. 본 시스템은 수익률 계산에 있어서 다양성을 제공하기 위하여 이자가 연속으로 재투자된다는 가정, 3개월마다 재투자된다는 가정, 6개월마다 재투자된다는 가정의 3가지 기준에서 채권의 수익률을 계산하여 제공한다.

(3) 선도 이자율 곡선 (Forward Rate Curve)

선도 이자율이란 t 시점에서 $t+1$ 시점까지의 1기간 이자율로서 한 시점에서의 한계 이자율 (marginal interest rate)로 볼 수 있다. 수익률 곡선으로부터 만기가 1기간인 수익률이 $r(t)$ 일 때 t 시점에서의 1기간 선도이자율, $f(t)$ 는 다음의 식에 의해서 계산된다.

$$f(t) = (1 + r(t+1))^{t+1} / (1 + r(t))^t - 1$$

특히, 이자율의 기간구조이론 중 기대 가설(expectation hypothesis) 하에서는 선도 이자율을 이용하면 단기 금리의 향후 예측을 할 수 있다.



<그림 5> Spot rate와 Forward rate의 계산화면

(4) Error Graph

Error Graph는 이자율의 기간구조 추정에 사용된 자료를 대상으로 추정된 기간구조를 사용한 이론가격과 실제 시장에서 거래된 거래 가격과의 차이를 나타내는 그래프로 각 채권의 가격차이를 고려하기 위해서 상대차이 (Percent error)를 구하여 표시한다.

V. 결 론

이자율의 기간구조 추정은 채권전략의 기본이 되는 채권의 이론 가격결정에 필수적인 부분이 된다. 그러므로 이자율의 기간구조 추정 시스템은 제반 채권투자 지원 시스템의 기초가 된다. 그러나 국내 채권시장은 아직까지 거래가 활발치 못하고 거래 역시 특정만기의 채권에 편중되어 있기 때문에 기간구조 추정시스템을 개발하는데 어려움이 있다. 본 시스템에서는 재무이론에서 활용되고 있는 이자율의 기간구조 추정방법을 근간으로 하여 국내 채권시장의 문제인 거래량 부족과 거래량 편중 문제를 고려하여 기간구조 추정시스템을 개발하였다. 아울러 채권전략의 활용지표로써 선도이자율 및 상대가격을 제공함으로써 투자가들이 과학화된 채권 평가 및 포트폴리오 운용을 할 수 있도록 하였다.

본 시스템의 구현은 Visual 개발 툴인 파워빌더 5.0과 C언어를 사용하였다. 데이터베이스는 SQL Anywhere D.B 엔진을 이용하여 구현하였고 사용자 인터페이스와 D.B엔진과의 연결은 파워빌더를 이용하였다. 그리고 채권의 가격계산 및 할인합수 추정을 위한 다중회귀모형 (Multiple regression), 수익률 계산 등의 알고리즘 부분은 C언어를 이용하여 개발하였다.

향후 채권시장이 발전하고 개방화가 가속화되면 단순채권 외에도 옵션이나 채권에 가미된 여러 채권상품들이 개발될 것이다. 다양한 채권이 발행되면 기존의 단순한 평가방법으로는 채권의 이론적 가격을 구할 수 없기 때문에 보다 과학적이고 체계적인 평가방법이 필수적이 될 것이다. 이에 따라 체계적이고 효율적인 기간구조 추정 시스템의 개발은 더욱 중요한 문제가 될 것이다.

<참고문헌>

- [1] M. J. Brennan and E. S. Schwartz. "A continuous time approach to the pricing of bonds." *Journal of Banking and Finance* 3, 1979, 133-155.
- [2] H. Y. Cho and H. Y. Lee. "A lattice model for pricing geometric and arithmetic average options." *Journal of Financial Engineering* 6, 1997, 179-191.
- [3] H. Y. Cho and K. Y. Lee. "An Extension of the three-jump process model for contingent claim valuation." *Journal of Derivatives* 3, 1995, 10-108.
- [4] J. C. Cox, J. E. Ingersoll Jr. and S. A. Ross. "A re-examination of traditional hypotheses about the term structure of interest rates." *Journal of Finance* 36, 1981, 769-799.
- [5] J. C. Cox, J. E. Ingersoll Jr. and S. A. Ross. "A theory of term structure of interest rates." *Econometrica* 53, 1985, 385-467.
- [6] T. S. Y. Ho and S. B. Lee. "Term structure movements and pricing interest rate contingent claims.", *Journal of Finance* 41, 1986, 1011-1029.
- [7] J. Hull and A. White. "Pricing interest rate derivative securities", *Review of Financial Studies* 3, 1990, 573-592.
- [8] R. H. Litzenberger and J. Rolfo. "An international study of tax effects on government bonds", *Journal of Finance* 39, 1984, 1-22.
- [9] J. H. McCulloch. "The tax adjusted yield curve.", *Journal of Finance* 30, 1975, 811-829.
- [10] J. H. McCulloch. "Measuring the term structure of interest rates." *Journal of Business* 44, 1971, 811-829.
- [11] G. S. Shea. "Interest rate term structure estimation with exponential splines: A note.", *Journal of Finance* 40, 1985, 319-325.
- [12] O. A. Vasicek. "An equilibrium characterization of the term structure." *Journal of Financial Economics* 5, 1977, 177-188.
- [13] O. A. Vasicek and H. G. Fong. "Term structure modeling using exponential splines." *Journal of Finance* 37, 1982, 339-356.