

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2021.21.3.151>

JIIBC 2021-3-21

조기은퇴제도를 위한 자금조달문제

Financing Problem for an Early Retirement Scheme

이상운*

Sang-Un, Lee*

요약 본 논문은 조기퇴직자들의 퇴직금을 충당하는데 있어 최소의 초기 투자금만으로 최대의 재테크로 인한 수익금으로 충당하는 방법을 다룬다. 이 문제에 대해 Guéret et al.은 Mosel 프로그램을, Edvall은 해를 찾아가는 명확한 규칙 없이 단지 CPLEX Branch-and-Cut MIP Solver 프로그램을 구현하여 해를 얻었다. 본 논문에서는 이 문제에 대해 만기도래기간이 긴 채권부터 역으로 채권 수를 결정하는 계산식을 제시하고, 채권 만기도래의 연속적 효과를 고려하여 채권 수 최적화를 수행하여 채권 수를 확정하였으며, 부족액은 역으로 1년만기 적금의 원금과 이자로 충당하는 계산식을 제시하였다.

Abstract This paper deals with financing an early retirement scheme problem(FERSP) with minimum initial cash and filling up maximum financial interest. For this problem, Guéret et al. programming the Mosel, and Edvall merely realize the CPLEX Branch-and-Cut MIP Solver program to get the optimal solution. But there is no clear rule to finding the solution. This paper suggests calculation formula of bond number decision-making that the reverse from long arrival due date to short. Then we optimize and confirm the bonds number in accordance with continuative effect of the arrival due date. The shortage prepare with the principal and interest of one year deposit(saving) reversely calculation formula.

Key Words : Early retirement scheme, Financing, Balance, Continuative effect, Optimize

1. 서론

회사는 조기퇴직자의 퇴직금을 마련하기 위해 보유한 현금만으로는 지출하지 않고 보유한 현금을 다양한 투자(채권, 주식, 적금 등)를 통한 이익금으로 가능한 많은 부분을 충당하여 최소한의 보유자산을 지출하기를 원한다. 이러한 목적을 달성하는 문제가 조기은퇴자를 위한 자금조달 문제(financing an early retirement scheme

problem, FERSP)라 한다.^[1,2]

일반적인 투자방법에 대해서는 Winston^[3,4,5], Cornuejols와 Tütüncü^[6]이 있지만 FERSP에 관한 연구는 Guéret et al.^[1]과 Edvall^[2]이 유일하다. 그러나 Guéret et al.^[1]과 Edvall^[2]은 모두 해를 찾아가는 특정한 규칙을 제시한 것이 아니라 소프트웨어 패키지를 이용한 프로그램을 구현하여 해를 얻었다. 따라서 소프트웨어 프로그램을 전문적으로 작성하지 못하는 일반 회계

*정회원, 강릉원주대학교 과학기술대학 멀티미디어공학과
접수일자 2021년 2월 19일, 수정완료 2021년 4월 7일
게재확정일자 2021년 6월 4일

Received: 19 February, 2021 / Revised: 7 April, 2021 /
Accepted: 4 June, 2021

*Corresponding Author: sulee@gwnu.ac.kr

Dept. of Multimedia Eng., Gangneung-Wonju National
University, Korea

분야 직원들은 약간의 문제를 변형(투자기간 변경, 투자종목 증가 등)시키더라도 자신들의 실무에 적합한 결과를 얻지 못하는 단점을 갖고 있다.

이와 같이 기존 연구결과의 문제점을 해결하고자, 본 논문에서는 MS-Excel을 활용해 소프트웨어 비전문가들도 쉽게 자신의 상황에 적합하도록 변경시켜 즉시 활용할 수 있는 방법을 제시한다.

2장에서는 FERSP의 정의, 관련연구와 문제점을 고찰한다. 3장에서는 FERSP의 최적 해를 찾아가는 명확한 규칙을 가진 알고리즘을 제안하고, 실제 문제에 적합성을 검증하여 본다.

II. 문제 정의, 관련연구와 문제점

A 기업은 15명의 직원에 대해 다음 해(X+1)부터 7 동안에 걸쳐 조기은퇴를 결정하기로 하였다. 조기은퇴자들을 위해 필요한 자금은 매년 초에 지불되어야 하며, 표 1과 같다.^[1]

표 1. 매년 필요한 자금
Table 1. Amounts required every year

Year	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Early Retirement Amount (€), f_t	1,000,000	600,000	640,000	480,000	760,000	1,020,000	950,000
Total	5,450,000.0000						

이들 조기은퇴자들에게 지급될 재원을 마련하기 위해, 해당 기업은 6년간 채권과 적금에 투자(재테크)하기로 결정하였다. A 기업은 3개의 서로 다른 형태의 채권인 SNCF, Fujitsu와 Treasury로 결정하였으며, 이들 채권에 투자를 하지 않는 자금은 1년 만기 적금으로 투자하며, 만기시 3.2% 수익률을 얻는다. 표 2는 각 채권의 가치(단가), 투자기간과 수익률에 관한 정보이다. 채권은 정수 개수로 매수할 수 있으며, 투자금은 해당 채권의 투자기간 동안 묶여 있어 중간에 매수가 불가능하다.

표 2. 채권에 관한 정보
Table 2. Information about Bonds

Bond	Value of bonds(€)	Interest	Duration (Years)
SNCF	1,000	7.00%	5
Fujitsu	800	7.00%	4
Treasury	500	6.50%	6

조기은퇴계획 담당자는 첫해(X+1) 시작시점에서 채권을 구입하기로 결정하였으며, 적금도 매년 말 만기시 원금과 이자를 수령하고, 매년 초 다음 해의 부족분을 충당하도록 재투자(재가입)하기로 하였다.

총 5,450,000€의 조기은퇴자금을 마련하기 위해 5,450,000€ 전체를 적금하면 년이율 3.5%로는 충당하지 못하므로, s 의 이자와 채권투자 이익금으로 충당하여 최소의 초기 투자금 $C^* < 5,450,000€$ 를 찾아야만 한다. 예상된 조기은퇴계획을 충족하기 위해 최소의 자금 $\min C = C^*$ 만을 사용하도록 투자계획을 편성하는 문제가 FERSP의 목표이다.^[1]

본 장에서 적용된 기호는 다음과 같다.^[1]

- t : years $\{1, 2, \dots, 7\}$
- B : 채권(bonds) = 채권 집합
- C : 자금(capital) = 7년간 조기은퇴자들에 대한 재원 마련을 위해 첫해에 투자가 필요한 총 자금
- v_i : 채권 i 의 단가(또는 가치, value)
- d_i : 채권 i 의 투자기간(duration)
- r_i : 채권 i 의 년 이자(annual interest)
- x_i : 채권 i 의 첫해에 구입할 채권 수
- s_t : t 년도 적금(saving) 총액
- f_t : t 년도 조기퇴직계획에 요구되는 자금

Guéret et al.^[1]과 Edvall^[2]은 FERSP에 대해 식 (1)을 만족하는 x_i, s_t 를 결정하고 C 를 구하였다.

$$\text{minimize } C = \sum_{i=1}^3 v_i x_i + s_1 + f_1 \quad (1)$$

$$t = 1 : C - \sum_{i=1}^3 v_i x_i - s_1 = f_1$$

$$t = [2, 4] : \sum_{i=1}^3 v_i x_i \frac{r_i}{100} + (1 + \frac{3.2}{100})s_{t-1} - s_t = f_t$$

$$t = [5, 6] : \sum_{i=1, d_i=t-1}^3 v_i x_i (1 + \frac{r_i}{100}) +$$

$$\sum_{i=1, d_i \geq t}^3 v_i x_i \frac{r_i}{100} + (1 + \frac{3.2}{100})s_{t-1} - s_t = f_t$$

$$t = 7 : \sum_{i=1, d_i=6}^3 v_i x_i (1 + \frac{r_i}{100}) + (1 + \frac{3.2}{100})s_6 = f_7$$

$$\text{subject to } C \geq 0, \forall_t, I_t \geq 0, \forall_i, x_i \in \mathbb{Z}$$

여기서 $\sum_{i=1}^3 v_i x_i \frac{r_i}{100}$ 는 채권 투자에 따른 년 수익률이며,

$\sum_{i=1, d_i=t-1}^3 v_i x_i (1 + \frac{r_i}{100})$ 는 채권이 만기되는 시점에서 원금과 수익률을 수령하는 금액을 의미한다. 또한 $(1 + \frac{3.2}{100})s_{t-1}$ 는 1년 만기 적금의 원금과 이자를 1년 후에 수령하는 금액이며, s_t 는 t 년도에 새로 가입하는 1년 만기 적금이다.

채권이나 적금에 전혀 투자하지 않을 경우 5,450,000.00€의 자금이 소요된다. 따라서 이 자금을 얼마까지 감소시킬 수 있는가가 FERSP의 목표이다.

Guéret et al.^[1]은 Mosel 프로그램을, Edvall^[2]은 CPLEX Branch-and-Cut MIP Solver를 활용하여 해인 $C^* = 4,548,916.8863€$ 를 구하여 이 자금 중 1,000,000.00€을 X+1년 초에 조기퇴직금으로 지불하고, 3,548,916.8863€를 X+1부터 X+6년 초까지 채권이나 적금에 투자하여 얻은 수익 901,083.1137€으로 조기퇴직자들의 퇴직금을 지불할 수 있는 재테크 계획을 수립하였다.

결론적으로 이들 결과로부터 우리는 최적 해를 찾아가는 어떠한 규칙이 존재하는지 알 수 없으며, 수학적 프로그램의 도움 없이는 해를 찾기가 불가능함을 알 수 있다. 따라서 유사한 문제에 부딪혔을 때 이들 프로그램을 수정하여 적용하지 않는 한 문제를 해결할 수 없다.

III. 최대 수익률로 자금 투자 최소화 방법

본 장에서는 수학적 프로그램 도움 없이 MS-Excel로 FERSP의 최적 해를 찾아가는 규칙을 제시한다. 적금과

모든 채권 투자액을 0.00으로 설정하면 그림 1을 얻는다. 본 장에서 제안된 방법을 요약하면 그림 1로부터 ①, ②, ③ 순서로 계산하여 초기 해를 구하고 최적의 채권 수를 결정한 후 부족액은 ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨ 순서로 계산하여 C^* 를 결정하는 방법이다.

제안된 방법은 다음의 수학적 공식들에 근거를 두고 있다. 투자는 X+1년 초에 시작하기 때문에 X+1년에는 적금이나 채권투자로부터 수익이 나지 않으므로, X+1년 초에 지출할 $f_1 = 1,000,000.00€$ 는 최소의 자금 C_0 가 된다. 제안된 알고리즘을 최대수익 최소투자(maximum profit minimum investment, MPMI)법이라 하며, 다음과 같이 수행된다.

Step 1. 단일 채권 효과에 따른 채권 수(초기 해) 결정

투자는 SNCF와 Fujitsu(7.0%) > Treasury(6.5%) > 적금(3.2%) 순으로 고수익을 얻는 SNCF와 Fujitsu (7.0%)에 가능한 많은 투자를 해야 하지만 무한정 투자할 수 없고 해당 상품의 만기시점에서 회수하는 원금과 이자가 해당 년도의 f_t 와 같거나 보다 작아야만 한다. 따라서 채권투자 상한(upper limit)은 f_t 에 영향을 받아 결정된다.

FERSP의 해를 구하는 첫 번째 방법은 적금 s_t 의 년수익률 3.2%에 비해 채권의 수익률이 최소 6.5%, 최대 7.0%로 가능한 채권에 많은 투자를 해야만 하며, 부족분에 한해 1년 만기 적금 s_t 로 보충해야만 한다. 또한, 채권 만기로 인한 원금과 수익률을 얻는 X+5, X+6과 X+7년의 부족분은 0보다 작거나 같아야 한다. 왜냐하면 f_t 와의 균형(balance)을 맞추려면 0이 되어야 하며, 부족분은 s_{t-1} 의 1년 만기 적금으로 보충하면 되기 때문이다.

구분			Income/Expenditure						
			X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Income	Bond	Fujitsu	③ $\lfloor x_i \rfloor = \lfloor B_5 \rfloor / v_i (1 + r_i / 100)$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i (1 + \frac{r_i}{100})$	
		SNCF	② $\lfloor x_i \rfloor = \lfloor B_6 \rfloor / v_i (1 + r_i / 100)$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i (1 + \frac{r_i}{100})$	
		Treasury	① $\lfloor x_i \rfloor = \lfloor B_7 \rfloor / v_i (1 + r_i / 100)$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i \frac{r_i}{100}$	$v_i x_i (1 + \frac{r_i}{100})$
	Saving	-	$(1 + 0.032)s_{t-1}$	$(1 + 0.032)s_{t-1}$	$(1 + 0.032)s_{t-1}$	$(1 + 0.032)s_{t-1}$	$(1 + 0.032)s_{t-1}$	$(1 + 0.032)s_{t-1}$	
Expenditure	Saving(s_t)	⑨ $\lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032$	⑧ $\lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032$	⑦ $\lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032$	⑥ $\lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032$	⑤ $\lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032$	④ $\lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032$	-	
	f_t	1,000,000.00	600,000.00	640,000.00	480,000.00	760,000.00	1,020,000.00	950,000.00	
	Balance (B_t)	0.0000	-600,000.00	-640,000.00	-480,000.00	-760,000.00	-1,020,000.00	-950,000.00	

그림 1. Excel로 FERSP 해를 구하는 방법
 Fig. 1. Excel solver for FERSP

구분			Income/Expenditure						
			X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Income	Bond	Fujitsu	746	41,776.00	41,776.00	41,776.00	638,576.00		
		SNCF	899	62,930.00	62,930.00	62,930.00	62,930.00	961,930.00	
		Treasury	1784	57,980.00	57,980.00	57,980.00	57,980.00	57,980.00	949,980.00
	Saving(s_{t-1})	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Expenditure	Saving(s_t)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	
	f_t	1,000,000.00	600,000.00	640,000.00	480,000.00	760,000.00	1,020,000.00	950,000.00	
Balance(B_t)			0.0000	-437314.00	-477314.00	-317314.00	-514.00	-90.00	-20.00

그림 2. Excel로 FERSP의 채권 초기 해를 구하는 방법
Fig. 2. Excel solver of initial Bonds solution for FERSP

단일 투자 상품에 대한 상한을 구하는 방법은 B_7, B_6, B_5 순으로 '+'에서 ' ≤ 0 '이 되도록 Treasury, SNCF, Fujitsu 순으로 $x_{Treasury}, x_{SNCF}, x_{Fujitsu}$ 에 대해 $\lfloor x_i \rfloor = \lfloor B_t \rfloor / v_i (1+r_i/100)$ 로 계산된다. 이 방법으로 얻은 SNCF, Fujitsu와 Treasury 채권의 매입건수는 그림 2와 같이 각각 899, 746과 1784주이며 부족액은 $B_5 = -514.00, B_6 = -90.00, B_7 = -20.00$ 이다.

Step 2. 채권 만기 연쇄효과에 따른 채권 수 조절

X+5, X+6과 X+7년에 연쇄적으로 채권의 만기가 도래하여 매도에 따른 원금과 이자 수익을 얻는 관계로, 보다 많은 채권 수익률로 초기 소요자금 C^* 를 최소화하기 위해서는 채권이 만료되는 첫 해인 X+5년의 Fujitsu 채권을 보다 많이 구매할 수 있다. 단, $B_5 > 0$ 이 되어도 가능하지만 $s_7/1.032 + s_6/1.032 \leq B_5$ 조건을 충족해야만 한다.

따라서 Fujitsu 채권 $x_i = 747(+1)$ 로 증가시키면 $B_5 = -514.00$ 에서 342.00로 증가한다. 여기서 문제가 되는 것은 $B_7 = -20.00$ 을 보충하기 위해 s_6 이 $20.00/1.032 = 19.38$ 을 투자하더라도 $B_6 = 90.00/1.032 = 87.21 + 19.38 = 106.59$ 로 s_5 가 106.59를 투자한다면 $B_5 = 231.41(342.00 - 106.59)$ 로 +를 나타내어 균형(balance, 0)을 맞출 수 없어 해가 되지 못한다. 따라서 B_6 에 영향을 미치는 SNCF와 B_7 에 영향을 미치는 Treasury의 채권수를 조절해야만 한다.

Step 3. 채권 수 최적 해 결정

x_{SNCF} (7.0%)와 $x_{Treasury}$ (6.5%)의 채권 수 조절은

1(+):1(-)로 조절하면 s_6 이 B_5 를 충족한 상태에서 $B_5 > 0$ 가 된다. 본 논문에서는 1(+):2(-)로 조절하면 뭍을 실험을 통해 얻었다. 이는 그림 3에 제시되어 있다. 이들 조합들 중에서 $B_5 - \lfloor (B_6 - \lfloor B_7 \rfloor / 1.032) \rfloor / 1.032 \leq 0$ 을 충족하는 {899, 746, 1784}, {911, 747, 1760}과 {912, 747, 1758}이 후보로 결정되었다. 나머지 조합들은 $s_5 = (B_6 - \lfloor B_7 \rfloor / 1.032) / 1.032$ 에 의거 $B_5 - \lfloor s_5 \rfloor > 0$ 이 되어 해를 얻지 못하는 경우이다. 이들 결과는 그림 3에 제시되어 있다.

만약 채권 만기도래 년도가 완전 불연속적이면 Step 1의 초기 해로 채권 수가 결정되며, 2개 채권이상이 연속적으로 만기도래하면 Step 2와 Step 3가 적용된다.

Step 4. 적금액 결정

MPMI로 얻은 실현 가능 해 후보들인 {899, 746, 1784}, {911, 747, 1760}과 {912, 747, 1758}에 대해 $B_t = 0.00$ 으로 하는 s_t 는 X+6, X+5, ..., X+1의 역으로 $s_t = \lfloor B_{t+1} \rfloor / 1.032, t = 1, 2, \dots, 6$ 로 쉽게 계산된다. 이에 대한 계산 결과는 그림 4에 제시되어 있다.

그림 4로부터, 최적의 채권투자자는 {911, 747, 1760} 채권 수임을 알 수 있으며, 이 결과는 표 3에 제시되어 있다. Guéret et al.^[1]은 Mosel 프로그램을, Edvall^[2]은 CPLEX Branch-and-Cut MIP Solver를 사용하여 동일한 결과를 얻었으며, 왜 이런 결과를 얻었는지에 대한 입증을 하지 못하였는데 반해, 본 논문에서는 채권투자 만기로 인한 수익률을 최대로 할 수 있도록 B_5, B_6, B_7 의 균형을 조절하는 단순하면서도 체계적인 명확한 방법을 제시하였다.

구분			Income/Expenditure						
			X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Income	Bond	Fujitsu	747	41,832.00	41,832.00	41,832.00	639,432.00		
		SNCF	899	62,930.00	62,930.00	62,930.00	62,930.00	961,930.00	
		Treasury	1784	57,980.00	57,980.00	57,980.00	57,980.00	57,980.00	949,980.00
	Saving(s_{t-1})		-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Expenditure	Saving(s_t)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
	f_t		1,000,000.00	600,000.00	640,000.00	480,000.00	760,000.00	1,020,000.00	950,000.00
Balance(B_t)			0.0000	-43725800	-477258.00	-317258.00	342.00	-90.00	-20.00

Number of Bonds			Balance				Result
x_{SNCF} (+1)	$x_{Fujitsu}$	$x_{Treasury}$ (-2)	B_5	B_6	B_7	$B_5 - (B_6 - B_7 /1.032) /1.032$	
899	746	1784	-514	-90	-20	-619.988 (초기 해)	$B_5 - s_5 < 0$
899	747	1784	342	-90	-20	236.0118	$B_5 - s_5 > 0$
900	747	1782	347	915	-1085	214.8715	
901	747	1780	352	1920	-2150	193.7313	
902	747	1778	357	2925	-3215	172.591	
903	747	1776	362	3930	-4280	151.4508	
904	747	1774	367	4935	-5345	130.3105	
905	747	1772	372	5940	-6410	109.1702	
906	747	1770	377	6945	-7475	88.02999	
907	747	1768	382	7950	-8540	66.88973	
908	747	1766	387	8955	-9605	45.74947	
909	747	1764	392	9960	-10670	24.60922	
910	747	1762	397	10965	-11735	3.468962	
911	747	1760	402	11970	-12800	-17.6713 (최적 해)	$B_5 - s_5 < 0$
912	747	1758	407	12975	-13865	-38.8115	

그림 3. 최적의 채권 후보 수
 Fig. 3. Optimal candidate number of Bonds

구분			Income/Expenditure						
			X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Income	Bond	Fujitsu	746	41,776.00	41,776.00	41,776.00	638,576.00		
		SNCF	899	62,930.00	62,930.00	62,930.00	62,930.00	961,930.00	
		Treasury	1784	57,980.00	57,980.00	57,980.00	57,980.00	57,980.00	949,980.00
	Saving(s_{t-1})		0	1,198,332.3544	785,370.9417	317,914.7638	619.9882	109.3798	20.0000
Expenditure	Saving(s_t)		1,161,174.7620	761,018.3544	308,056.9417	600.7638	105.9882	19.3798	0.00
	f_t		1,000,000.00	600,000.00	640,000.00	480,000.00	760,000.00	1,020,000.00	950,000.00
C^*			4,548,974.7620						
Balance(B_t)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(a) {899,746,1784}

Financing Problem for an Early Retirement Scheme

구분			Income/Expenditure						
			X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Income	Bond	Fujitsu	747	41,832.00	41,832.00	41,832.00	639,432.00		
		SNCF	911	63,770.00	63,770.00	63,770.00	63,770.00	974,770.00	
		Treasury	1760	57,200.00	57,200.00	57,200.00	57,200.00	57,200.00	937,200.00
	Saving(s_{t-1})	0	1,197,447.0266	784,576.9955	317,215.1234	17,6713	433.1008	12,800.0000	
Expenditure	Saving(s_t)	1,160,316.8862	760,249.0266	307,378.9955	17.1234	419.6713	12,403.1008	0.00	
	f_t	1,000,000.00	600,000.00	640,000.00	480,000.00	760,000.00	1,020,000.00	950,000.00	
C^*			4,548,916.8862						
Balance(B_t)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

(b) {911, 747, 1760}

구분			Income/Expenditure						
			X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	X+7
Income	Bond	Fujitsu	747	41,832.00	41,832.00	41,832.00	639,432.00		
		SNCF	912	63,840.00	63,840.00	63,840.00	63,840.00	975,840.00	
		Treasury	1758	57,135.00	57,135.00	57,135.00	57,135.00	57,135.00	936,135.00
	Saving(s_{t-1})	0	1,197,451.7209	784,587.0000	317,230.6080	38.8115	460.0775	13,865.0000	
Expenditure	Saving(s_t)	1,160,321.4350	760,258.7209	307,394.0000	37.6080	445.8115	13,435.0775	0.00	
	f_t	1,000,000.00	600,000.00	640,000.00	480,000.00	760,000.00	1,020,000.00	950,000.00	
C^*			4,548,921.4350						
Balance(B_t)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

(c) {912, 747, 1758}

그림 4. 채권 수에 따른 C^*

Fig. 4. C^* in accordance with the number of bonds

표 3. 실험 결과 요약

Table 3. Summary of experimental result

채권 투자			적금 투자 s_t						C^*
$x_{Fujitsu}$	x_{SNCF}	$x_{Treasury}$	1	2	3	4	5	6	
746	899	1784	1,161,174.7620	761,018.3544	308,056.9417	600.7638	105.9882	19.3798	4,548,974.7620 (초기 해)
747	911	1760	1,160,316.8900	760,249.0266	307,378.9955	17.1234	419.6713	12,403.1008	4,548,916.8862 (최적 해)
747	912	1758	1,160,321.4350	760,258.7209	307,394.0000	37.6080	445.8115	12,435.0775	4,548,921.4350

IV. 결 론

FERSP에 대해 Guéret et al.^[1]은 Mosel 프로그램을, Edvall^[2]은 CPLEX Branch-and-Cut MIP Solver를 활용하여 최적화시키는 해를 구하였다. 그러나 이와 같이 최적화 프로그램을 작성할 능력을 보유하지 못한 일반 회계담당자는 전산전문가의 도움 없이는 FERSP의 해를 구하는 것이 거의 불가능하다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문은 MS-Excel을 활용하여도 FERSP를 쉽게 풀 수 있는 방법을 제시하였다. 제안된 방법은 다년간의 조기은퇴자들에게 지급될 자금을 마련함에 있어 최소의 초기 자금으로 최대한의 재테크로 인한 수익을 얻을 수 있는 채권매입 수와 적금액을 결정하는 수학 공식을 제안하여 최종 년도부터 시작년도까지 역으로 계산하는 방법이다.

제안된 방법을 실험 데이터에 적용한 결과 Guéret et al.^[1]의 Mosel 프로그램, Edvall^[2]의 CPLEX Branch-and-Cut MIP Solver와 동일한 해를 MS-Excel 로도 매우 간단하게 얻을 수 있음을 보였다.

References

- [1] C. Guéret, X. Prins, and M. Sevaux, "Applications of Optimization with Xpress-MP: 13,4 Financing an Early Retirement Scheme," Dash Optimization Ltd., pp. 201-203, Feb. 2005.
- [2] M. Edvall, "Financing an Early Retirement Scheme," Tomlab Optimization Inc, http://tomsym.com/examples/tomsym_financeretirement.html, Apr. 2009.
- [3] W. L. Winston, "Financial Models Using Simulation and Optimization: A Step-By-Step Guide with Excel and Palisade's Decision Tools Software," Palisade Corporation, Jun. 2000, ISBN-10:189328 1035
- [4] W. L. Winston, "Financial Models using Simulation and Optimization II," Palisade Corporation; 2nd Ed., May 2008, ISBN-10:1893281094
- [5] W. L. Winston, "Financial Models Using Simulation and Optimization II: Investment Valuation, Options Pricing, Real Options & Product Pricing Models," Palisade Corporation, 2001, ISBN:1893281043
- [6] G. Cornuejols and R. Tütüncü, "Optimization Methods in Finance: Part of Mathematics, Finance and Risk," Quantitative Resources Group, Goldman Sachs Asset Management, Dec. 2006, ISBN: 9780521861700

저 자 소 개

이 상 운(정회원)



- 1987년: 한국항공대학교 항공전자공학과 (학사)
- 1997년: 경상대학교 컴퓨터과학과 (석사)
- 2001년 : 경상대학교 컴퓨터과학과 (박사)
- 2003년 : 강원도립대학 컴퓨터응용과 전임강사
- 2004년 ~ 2007.2 : 국립 원주대학 여성교양과 조교수
- 2007.3 ~ 2015.3 : 강릉원주대학교 멀티미디어공학과 부교수
- 2015.4 ~ 현재 : 강릉원주대학교 멀티미디어공학과 정교수
- 관심분야 : 소프트웨어 프로젝트 관리, 개발 방법론, 분석과 설계 방법론, 시험 및 품질보증, 소프트웨어 신뢰성, 딥러닝 신경망, 빅데이터분석, 최적화 알고리즘
- e-mail : sulee@gwnu.ac.kr