

실물옵션이론을 이용한 전파자원 회수 및 재배치 정책 모형화에 관한 연구

전일환^{*}·이정동^{**}·정종욱^{***}

^{*}서울대학교 기술정책 대학원 석사과정

^{**}서울대학교 기술정책 대학원 부교수

^{***}서울대학교 기술정책 대학원 박사과정

Summary : In the early stage, the radio communication industry was widely accepted as a monopoly industry, so it has been controled and managed by government. But the advanced technology in Information and Technology industry has led constant increase of demand and dramatic change of communication market. Furthermore it is expected that frequency resource is to be short by market change due to wire-wireless integration. That is why the effort to utilize and manage limited frequency resource efficiently is being executed around the world. Not only newly developing and allocating the spectrum but also reallocating the existing spectrum important are, since transforming inefficiently used existing spectrum to new service can increase producer's surplus and social welfare. The economic approach to valuate the spectrum and spectrum usage right is necessary different from the traditional cost based approach, and through this approach I expect active transaction of spectrum. In this paper the real option methodology is used for valuation of spectrum, considering spectrum user's option right based on future revenue. In detail, the matter of withdrawing and reallocating the existing analog radio broadcasting spectrum is evaluated in this paper. The digitalization of a broadcasting service is widely spreaded around the world in terms of technology and service utility, and analog TV broadcasting has already been decided to be transformed to digital TV broadcasting. It was planned to convert analog radio broadcasting to DAB service before adopting DMB service, but nowadays this issue is not on the table anymore. However if the increasing demand of digital voice and broadcasting service is considered, this kind of research to valuate a spectrum is needed urgently. The result of this research shows that when the redeployment of spectrum is done, social welfare will increases. The point of the reallocation time and value are suggested by the monte carlo simulation through ROVM. In this paper, I use real option to valuate the spectrum and provide the point of the reallocation time and reasonable guideline, and moreover, the suitable information of this paper is expected to reduce risk and loss in policy practice.

I. 서론

전파자원에 대한 수요가 민간 및 공공 전 분야에 걸쳐 확산됨에 따라 전파자원 확보 경쟁이 심화되고 있고 향후 유비쿼터스 환경이 도래하면서 주파수 부족현상은 더욱더 심화될 것으로 전망된다. 이런 이유로 과거 전파간섭의 방지 등의 기술적인 문제에 관심을 가졌던 주파수 관리정책도 한정된 자원인 주파수의 효율적인 분배에 관심을 갖기 시작했다. 실제로 처음에는 쉽게 접할 수 있는 장파부터 사용하다가 점차 주파수에 대한 수요가 늘면서 중파, 단파, 초단파식으로 사용의 영역을 확장시켜 왔지만, 새로운 주파수 자원을 개발하려고 하면 상당한 기술적인 투자와 시간이 필요하게 된다. 그래서 기존 주파수의 회수 및 재배치를 해결방안으로 관심을 갖는 것이 해외 주요국의 추세라 할 수 있다. 이러한 추세를 반영 하듯이 국내에서도 2000년 개정된 전파법에서는 주파수의 회수 및 재배치를 가능케 하고 있다. 하지만 구체적인 실행방안이나 가치산정에 대한 내용을 명시하지 못하고 있고 실제 주파수 회수되고 재배치되는 사례가 일어나지 않고 있다.

본 연구는 회수가 될 주파수의 회수 및 재배치를 활성화시키기 위해 보상금액 및 배치시점을 예측하고자 한 시도에서 시작되었으며, 주파수의 사용 권리와 재배치에 대한 권리에서 옵션적 성격이 있다는 것을 주목하면서 논지를 전개하였다. 주파수에 대한 권리를 보유하게 된 사업자는 기술의 전개방향이나 시장의 향후 전망 등을 살펴보면서 계속적으로 사업을 영위할 것인지의 여부(포기옵션)와 다른 서비스로 전환시킬 수 있는 여부(스위칭 옵션), 새로운 진입자의 재배치를 요구할 권리 등 다양한 선택권과 상황을 가정할 수 있다. 주파수를 이용한 정보통신산업의 불확실성과 사업자의 경영상의 의사결정의 유연성을 고려하게 된다면 주파수 재배치 정책 의사 결정을 위해서는 실물옵션법(Real Option Valuation Method, 이하 ROVM)을 적용하는 것이 보다 효과적이다.

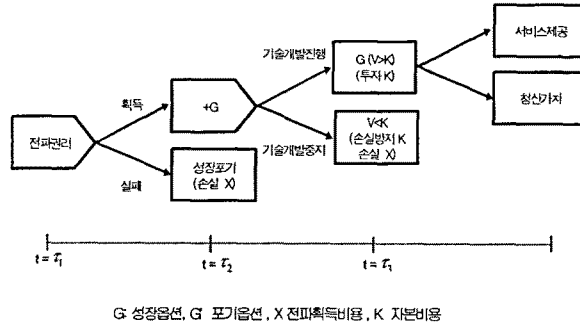
또한 국가 경제적 관점에서 가장 효율적인 주파수 가치 산정과 배치가 이루어지도록 하는 데 초점을 맞추어 분석하였으며, 이와 더불어 몬테카를로 시뮬레이션(MC) 기법을 통해 평균적인 최적 회수 및 재배치 시점, 원활하게 재배치가 이루어질 수 있도록 하는 정부의 정책적 방안에 대해서도 다루고자 하였다. 구체적으로 최근 들어 서비스 도입과 관련 많은 관심을 불러일으키고 있는 지상파 DMB 서비스에 관해서 실증적인 결과를 보여주고자 하며 본 연구를 통해 정책 당국이 관심을 가지고 있는 사안에 대해 시사점을 도출하고자 한다.

II. 실증연구를 위한 이론적 고찰

2.1 청산가치에 의한 포기옵션의 모형

이번 연구에서 논의하게 될 청산가치에 의한 포기옵션의 경우를 그림으로 나타내면

다음과 같다. 여기서는 청산가치가 단순히 고정된 값을 주어진 경우를 가지고 설명하였다. 또한 만기에서만 옵션 행사를 할 수 있는 유럽형 옵션의 예를 나타내고, 이때 청산가치는 옵션의 소유자가 가지고 있는 심리적 지지선을 나타내는 것으로 의사결정의 기준이 된다.



<그림 1> 청산 가치에 의한 포기 옵션

행사시점이 정해진 포기 옵션은 금융 자산의 유럽형 풋 옵션 형태로서 다음의 식과 같이 B-S 모델을 이용하여 가치를 측정한다.

$$AOV = S e^{-r\tau} N(-d) - X_0 N(-d) \quad (1)$$

여기서 변수 및 파라미터는 다음과 같이 정의된다.

S = 청산 가치

X_0 = 비용의 현재가

r = Risk-free Interest Rate

$$d_1 = \frac{\ln(X_0/S) + (r + 1/2\sigma^2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}$$

$\tau = t_1$, σ = 청산가치 수익률의 표준편차

그러나 본 연구에서는 아메리칸 풋 옵션 형태를 가정하고 있고 청산가치도 확률과정을 따르는 것으로 가정하여 현실적 설명력을 높이고자 하였다.

2.2 확률과정 모형 및 추정

과거 데이터를 이용해서 기하브라운운동의 모수에 대해 추정치를 구하면 이 값을 바탕으로 미래 매출액을 예측할 수 있다. 특히 본 연구에서는 대상의 매출액(Cash flow)들이 기하 브라운 운동을 따르는 것으로 가정했다. 이를 통해 기초자산의 현재 가치를 산정할 수 있으며, 이는 Dixit and Pindyck (1994)이나 Enrinco Pennings, E. et al. (1999) 등에서도 보편적으로 사용되고 있는 수익계산법을 사용했다.

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dW \quad (2)$$

T 를 고정된 만기로 가정하면 순이익 흐름 $\{P_t\}$ 를 통해 기초자산의 현재가치는 자산의 운영기간동안 기대 이익의 할인된 현재 가치로 정의할 수 있다.

$$V(P) = E \int_0^T e^{-\mu t} P_t dt = \frac{P_0 [1 - e^{-(\mu - \alpha)T}]}{\mu - \alpha} \quad (3)$$

무한 만기로 가정할 경우 (식 3)에서 간단히 $V(P) = \frac{P_0}{\mu - \alpha}$ 임을 알 수 있다. 따라서 기초자산의 가치 V 도 It's lemma에 의해서 다음과 같은 기하 브라운 운동을 따른다.

$$dV = \alpha_v V dt + \sigma_v V dW \quad (4)$$

매기마다 순이익현금흐름을 가치로 환산한 후에, 이를 통해서 옵션의 행사시점과 옵션의 가치를 구할 수 있다. 본 연구에서는 기존 연구와는 달리 기존 사업의 가치가 불확실성 것뿐만 아니라, 새로운 사업의 가치도 불확실성을 가지고 있게 모델화하여 보다 현실성을 높이고자 했다. 이 경우 기초자산의 가격 및 행사가격이 불확실한 상황을 연구한 Myers and Majd (1986)의 논문을 응용하여 아날로그 방송 사업의 가치 및 대체 가능한 미래 방송서비스의 가치를 불확실성을 지닌 기하브라운 운동을 이용하여 모형화 하였다. 아날로그 방송 사업의 가치를 새롭게 $\{P_t\}$ 라 정의하고, 미래 DMB의 가치를 $\{S_t\}$ 라 하면,

$$dP/P = (\alpha - \gamma) dt + \sigma dW_1 \quad (5)$$

$$dS/S = (\alpha_s - \gamma_s) dt + \sigma dW_2 \quad (6)$$

γ 는 보유편익률

두 변수가 기하브라운운동 따른다고 하면 아래와 같이 정의된 새로운 변수도 It's lemma에 의해서 기하브라운운동을 따른다.

$$X = P/S \quad (7)$$

$$dX/X = (\alpha_X - \gamma_X) dt + \sigma_X dW_1 \quad (8)$$

$$\sigma_X^2 = \sigma_p^2 - 2\rho\sigma_p\sigma_s + \sigma_s^2$$

(9)

이 경우 미래의 사업가치가 현재의 사업 가치를 능가하는 시점에 사업의 가치를 그 금액에 포기할 수 있는 권리의 가치를 산정할 수 있는데, 이것은 $\{X_t\}$ 를 기초 자

산으로 하고 행사가격이 1인 포기옵션의 가치로 산정할 수 있다. 이 포기옵션의 가치는 조건부 청구권의 성격에 따라 다음과 같은 미분 방정식을 만족해야 한다.

$$1/2\sigma^2 X^2 G_{XX} + (\gamma_S - \gamma_P) X G_X - \gamma_S G + G_t = 0 \quad (10)$$

$$A(P, S, t) = Y(t) = F(P, S, t) \quad (11)$$

$$G(X, t) = A(P, S, t) / S \quad (12)$$

$$G(X = 0, t) = 1, \lim_{X \rightarrow \infty} G(X, t) = 0, G(X, t = T) = \max[1 - X(T), 0] \quad (13)$$

이 경우 닫힌 꼴의 해를 가지지 못하며, 미분 방정식을 수치적으로 계산해서 해를 구해야 한다. 본 연구에서는 기존의 수치적 극대화방법 보다는 훨씬 효율적인 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 수치적인 해를 구하였다. 이는 추정된 모수에 따라 확률과정의 표본 경로를 만들어 내고 이들의 표본 평균이 중심 극한 정리(Central Limit Theorem)에 따라 모수 추정치에 근접해 감을 이용하는 방법이다.

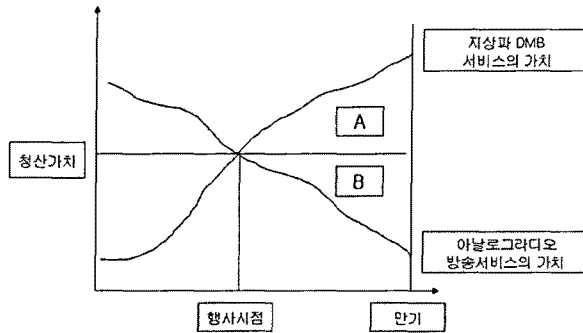
III. 분석 모델 및 실증 분석

3.1 분석 모델의 개요

현재 호주를 비롯한 선진국들에서 추진되고 있는 주파수 거래제도는 주파수에 대한 재산권 개념으로서 일정 기간 배타적인 권리를 부여한다. 즉 사업자가 주파수 면허를 획득하게 되면 포괄적인 이용권을 가지게 되고, 서비스 변경이나 매각, 분할 합병 등을 할 수 있게 된다. 이에 따라 우리나라에서도 시장원리에 기반을 둔 전파관리정책의 도입이 필요하며, 종래 부여된 주파수 면허에 대해서도 새롭게 개선시킬 필요가 있다. 종래 기기면허 방식으로 부여되었던 주파수에 대해서 점진적으로 주파수 면허체제로 전환시켜야 하며 이를 위해서 주파수 회수 및 재배치 시 보상가치 산정과 시점을 정확히 예측할 필요가 있다. 이와 관련하여 내년에 지상파 DMB 방송 서비스가 도입되고, 위성 DMB 서비스 도입이 예정됨에 따라서 대체적인 성격의 서비스로 인해 아날로그 라디오 방송 산업의 주 수입원인 광고수익이 줄어들어 미래 산업가치가 하락하는 경우를 예상해 볼 수 있다. 이러한 경우 아날로그 라디오 방송 사업자는 계속적으로 사업을 계속하기 보다는 일정수준의 보상만 주어진다면 사업을 포기할 유인을 가지게 된다. 여기서 주파수 이용자의 옵션적 성격을 발견하고 이를 모형화 하였다.

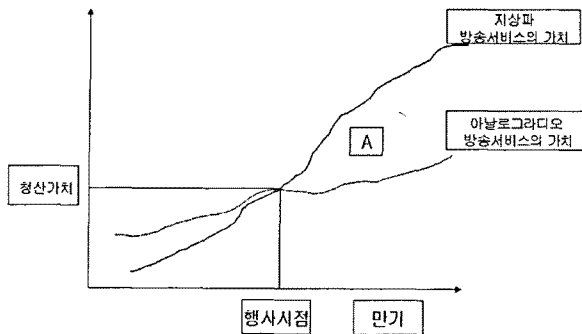
본 연구의 분석모형은 크게 2부분으로 이루어져 있다. 첫 번째 모형은 아날로그 방송 사업자의 가치가 하락하고 있는 경우인데, 이때는 포기옵션을 이용해서 주파수 대역을 포기하고 DMB와 같은 새로운 디지털 방송 서비스 사업자가 서비스하게 되는 경우이다. 국가 전체적 관점에서 시장성이 없는 서비스보다는 새로운 성장

성이 있는 서비스가 주파수를 사용하는 것이 후생적으로 증가된 결과를 얻을 수 있다. 또한 기존 사업자도 심리적인 방어선(행사가격)이하로 가치가 내려가는 경우엔 미리 포기함으로써 기회비용 등의 손실을 막을 수 있다.



<그림 2> 포기옵션을 이용한 주파수 회수 및 재배치의 모형그림

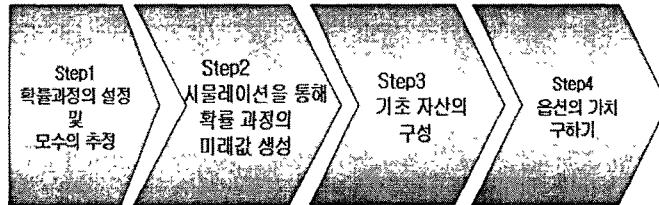
두 번째 모형은 아날로그 라디오 방송 산업의 가치도 상승하는 경우로서 포기할 유인이 절대적이지 않은 경우이다. 이런 경우에서 기존 주파수 사용자에게 주파수 대역을 가지고 훨씬 더 수익성이 높은 디지털 방송으로의 전환을 인정해 준다면 이에 응할 것이다. 즉 정부가 산정한 주파수의 가치를 지불하고 주파수 면허를 획득한 후에 새로운 서비스로 전환시키는 경우를 산정하고자 한다. 다른 각도에서 본다면 기존 사업자는 주파수를 보상가치만큼 받고 포기하면서 재할당에 대해서 우선권을 가지게 되는 것으로 파악할 수 있다. 즉, 주파수 면허 획득을 위해 다시 우선권을 사용해서 정부가 부과하는 주파수 면허대가만큼 지불하고 새로운 서비스로 전환하는 것이라고 볼 수 있다. 이러한 경우에도 역시 기존 사업자는 포기옵션을 가진 것이라고 상정할 수 있다.



<그림 3> 포기옵션을 이용한 주파수 회수 및 재배치의 모형

기초 자산은 아날로그 라디오 방송 사업자의 가치와 지상파DMB서비스의 가치로

하고, 확률과정은 기하 브라우니언 확률과정을 따르는 것으로 하였다. 이를 통해 유사방송서비스와 과거 라디오 방송에 대한 자료를 통해 모수를 추정하고 이 모수를 바탕으로 1000회의 시뮬레이션을 통해서 확률과정의 미래 값을 생성하였다.



<그림 4> 실증분석의 단계

이들 두 미래 자산의 가치가 서로 만나는 점에서 보상금액과 회수 및 재배치 시점이 결정되도록 하였다. 이 때 결정되는 회수될 주파수의 값은 기하 브라우니언 확률과정을 따르는 것으로 모형화하였고, 일단 결정되면 정부에 의해 결정되는 외생 변수로 간주하였다. 이렇게 외생적으로 주어진 값을 바탕으로 기존의 사업자는 옵션적 사고를 하게 되고, 옵션을 행사에 따른 옵션의 가치를 구할 수 있다.

3.2 실증 분석

3.2.1 확률 과정의 설정 및 모수의 추정

확률과정은 기하 브라우니언 확률과정을 따르는 것으로 가정하여 과거 자료를 통해 모수를 추정하였다. 우선 데이터는 지상파 DMB방송서비스와 유사한 속성을 지닌 이동통신의 콘텐츠 서비스¹⁾의 매출액 자료 및 라디오 방송의 경우 1997년 1월부터 2004년 3월의 과거 매출액 데이터를 통해서 모수 값을 추정한 결과는 다음과 같다.²⁾

[표 1] Parameter 추정 결과

구 분	아날로그 라디오 방송	디지털 오디오방송 서비스
α	0.13	0.71
σ	0.25	0.11

다음 [표 4-1]을 보면, 미래 디지털 방송 서비스는 매년 기대 수익률이 71%성장이

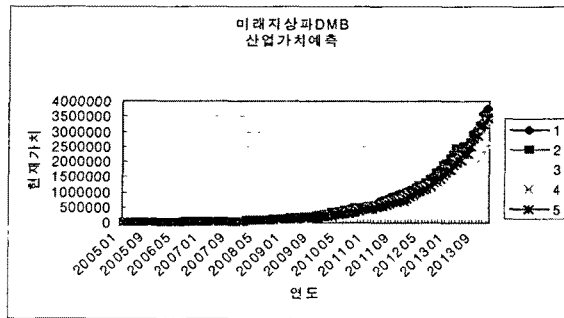
1) S사의 이동통신 콘텐츠 서비스의 2000년 1월부터 2004년 3월까지의 자료

2) Campbell, J. Y., et. al,(1997)

기대되고 아날로그 방송 서비스는 대략 13%에 달하는 것으로 볼 수 있다. 이는 미래 지상파 DMB 서비스 예상 매출액에 관한 선행연구³⁾의 기대성장률과 비슷한 결과라 할 수 있다.

3.2.2 시뮬레이션을 통한 확률과정의 생성

앞에서 추정한 모수를 바탕으로 미래 아날로그 및 미래 지상파 방송서비스의 매출액을 생성하였다. 기본 채널 대역폭을 TV 방송의 형태와 맞게 보정하여 분석하는 것이 비교 시 유리할 것으로 파악되어 20MHz 대역의 총 라디오 매출액을 한 채널(6MHz) 대역의 단위로 보정하였고 미래 아날로그 방송의 초기 매출액은 아날로그 방송의 2004년 3월의 매출액인 180억⁴⁾으로 하여 미래 자료를 생성하였다. 미래 지상파 DMB의 매출액도 유사하게 6 MHz 단위로 보정하여 선행연구에서 예측한 값을 고려하여 초기 값을 설정하였다. 도출된 미래 예상 매출액을 바탕으로 이를 가치로 환산하였다. 매출마진을 그 시점의 기업의 가치로 환산하는 방법⁵⁾을 활용해서 현금흐름(cash flow)이 아닌 가치로 환산하였다. 반복 시뮬레이션의 과정을 통해서 얻은 표본들 중 일부의 경로는 다음과 같다.



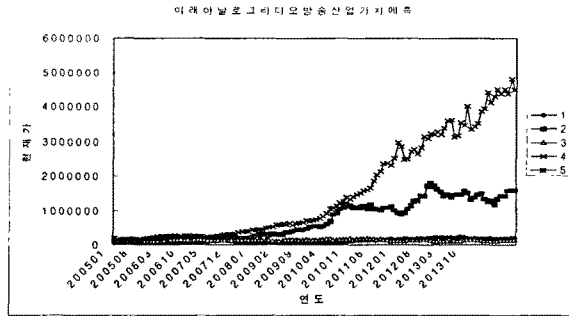
<그림5>한 채널당 디지털 방송의 미래 가치 예측 결과
(단위: 백만원)

다음은 기존 아날로그 라디오 방송 서비스의 가치를 추정한 결과를 나타내는 그래프이다. 디지털 방송 서비스에 비해 상대적으로 낮은 성장률을 보여주고 있고 가치가 하락하는 경우도 있음을 보여주고 있다.

3) 변상규 외(2004)

4) 한국정보통신산업협회, (1999-2004)

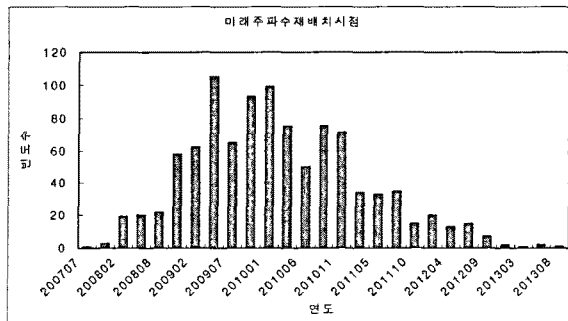
5) Pennings, E., et, al, (1999)



<그림6> 한 채널당 아날로그 방송의 미래 가치 예측 결과
(단위: 백만원)

3.3 실증분석 결과

기존 전파관리정책에 있어서 주파수는 공공재의 성격이 강해서 배타적인 소유권이 인정되지 않은 재화로 고려되었다. 그러나 주파수 면허 할당 방식에 있어서, 주파수의 배타적인 사용권이 인정되기 때문에 자산의 개념으로 인식되어야 한다. 그리하여, 기초 자산은 사업자의 이윤을 기초로 해서 산업의 가치로 변환시켜서 옵션의 가치를 산정하였다. 각 사업자의 이윤을 바탕으로 주파수를 사용한 가치를 산정하였고 만기는 2013년 12월로 가정하였다. 즉, 실제로 방송주파수 면허 기간은 3~5년이며 모형에서는 계속적으로 갱신되어 왔던 것으로 가정해서 실증분석을 하였다. 미래 디지털 방송의 가치를 산정함에 있어서 두 서비스가 모두 확률과정을 따르는 것으로 하여 전파 산업의 특성을 반영하였고 반복 시뮬레이션을 통해 평균적인 구간과 가치를 구하였다.

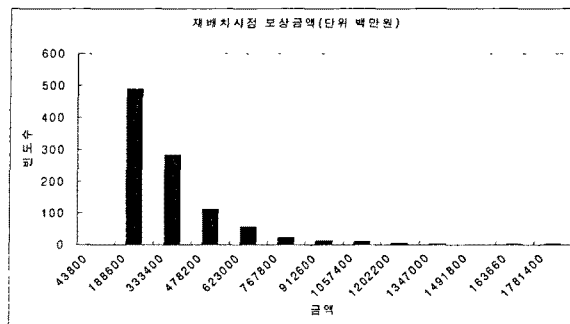


<그림7> 반복 시뮬레이션 결과 재배치 시점

[표 2] 재배치 시점 결과 분석

구분	내용
Mean	2010년 1월 부근
Mode	2009년 7월 부근
Standard Deviation	11개월
95%신뢰 구간	2008년 5월부터 2011년 7월 부근

평균적인 재배치 시점은 2010년 1월 부근으로 나타났고 최빈치(Mode)는 2009년 7월 부근으로 나타났다. 평균 기간을 중심을 대체로 정규분포의 형태를 가지고 있으며 두 서비스의 미래 서비스 가치 전망에 따라 95% 신뢰구간 범위 내에서 2008년 5월부터 2011년 7월 부근에서 결정되는 것으로 나타났다. 대략적인 분포 모형이 평균을 중심으로 모여 있는 정규분포형태를 가지고 있어서 분포의 표준편차를 측정하였더니, 대략 11개월로 나왔다. 또한, 평균적으로 두 방송 서비스 산업의 가치가 서로 교차하는 지점에서 재배치시점 뿐만 아니라, 그에 따른 기존이용자에게 보상하는 금액을 구할 수 있게 된다. 즉, 앞서 모형화에서 설명하였던 것처럼 풋옵션에서 청산가치에 해당하는 보상금액에 대한 일종의 가이드라인을 제공하는데 의의가 있다고 하겠다.

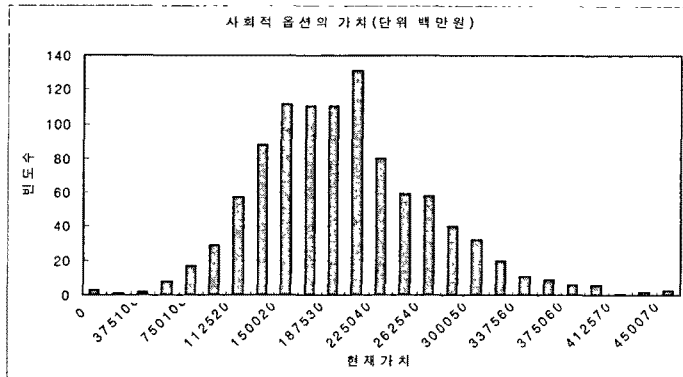


<그림8> 반복 시뮬레이션 결과 재배치 시 보상금액

시뮬레이션 결과, 1,880억 원 사이에서 보상금액이 가장 많이 도출되었고, 평균적인 보상금액을 구한 결과, 2,660억원으로 나타났다. 종합적으로 평균적인 재배치시점과 할인율을 고려해서 평균적인 보상금액의 현재가치는 2,132억 원 정도로 결과가 도출되었다.

옵션의 행사시점에 해당하는 미래 재배치 시점의 값을 도출하게 되면 옵션 행사에 따른 가치(Premium)를 구할 수 있다. 즉 만기 이전에 옵션 행사에 따른 사회적 후생의 증가부분을 분석해 보고, 이어서 사업자가 가지는 옵션의 가치를 분석하고자 한다. 사회적 후생의 증가란 주과수를 사용하는 사업자와는 상관없이 보다 더 효율

적인 사업자가 주파수 대역을 이용하게 됨으로써 얻게 되는 후생증가분이라고 정의하였다. 기존 주파수 이용자가 주파수 면허를 기기면허에서 주파수 면허로 부여받고, 지상파 DMB서비스로 전환하는 경우에도 사회적 후생이 증가하는 경우로 보았다.



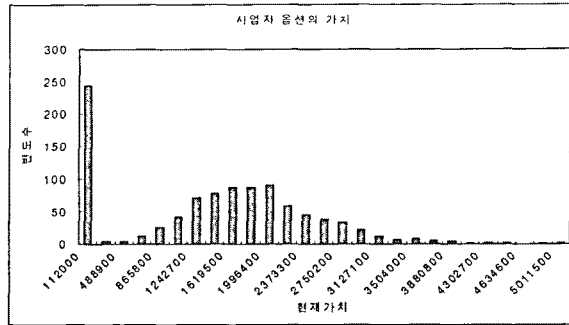
<그림9> 한 채널당 사회 전체적 옵션의 가치(단위: 백만원)

[표 3] 한 채널당 사회적 옵션 가치 결과 분석

구 분	내용
Mean	1조 8,752억 원 정도의 후생증가
Mode	2조 628억 원 부근
95%신뢰 구간	7,501억 원에서 3조 5,631억 원 사이
DMB 서비스를 가정하는 경우	2,500억 원에서 1조 1,877억 원 사이

평균적인 사회적 옵션의 가치는 1조 8,752억 부근에서 결정되었고, 평균을 중심으로 정규 분포 모형과 비슷한 결과를 보여 주었다. 또한 95%신뢰 구간은 7,501억 원에서 3조 5,631억원의 범위를 가지며, 실제로 지상파 DMB서비스 업자들은 1.536MHz 당 1채널로 사용하기 때문에 사업자당 사회적 옵션의 가치는 2,500억원에서 1조 1,877억원으로 나왔다. 옵션을 행사하게 되면 그 만큼 주파수를 이용한 지대는 커지게 된다. 앞서 언급한 모형화의 두 가지 경우는 기존의 사업자의 옵션 행사에 따른 잉여의 증가에 대해서 분석한 것이다. 여기서는 사업 전망이 하락할 것으로 예상되는 경우에는 주파수 대역을 포기하고 그에 따른 이익의 증가분을 고려하고, 또한 반대인 경우는 보다 더 성장성이 지상파 DMB 서비스로 전환하게 될 때 가지는 경우를 포함해서 가치를 측정하고자 한다. 후자의 경우는 기기면허로 할당받은 주파

수를 할당 대가를 지불하고 주파수 면허로 갱신하는 경우를 나타내는 것이 된다.



<그림 10> 한 채널당 사업자 옵션의 가치(단위: 백만원)

[표 4] 한 채널 당 사업자 옵션 가치 결과 분석

구 분	내 용
Mean	1조 4,525억 원 정도의 후생증가
Mode	1,120억 원 부근
95%신뢰 구간	1,120억 원에서 3조 3155 억 원 사이
DMB 서비스를 가정하는 경우	373억 원에서 1조 1,051 억 원 사이

사회적 옵션의 가치에 비해 불규칙한 분포를 보이고 있고, 평균적으로 1조 4,525억 원 정도의 후생이 증가함을 알 수 있다. 여기서 주의할 점은 아날로그 라디오 방송 산업의 가치가 하락할 것이라고 예상되는 경우가 시뮬레이션 결과 20%정도 나왔는데, 그로인해 사업자적 옵션가치가 위의 그림과 같이 구분되는 결과를 보여주고 있다. 즉, 경우를 크게 두 가지 경우로 나누어서 기존 사업자의 주파수를 이용한 산업의 가치가 계속적으로 하락하는 경우에 포기옵션을 사용함으로써 얻는 사업자의 옵션가치는 1,120억 원의 가치로 나타났다. 다른 경우는 포기옵션을 행사하고 주파수 면허로 전환한 뒤, 신규 서비스 전환에 따른 수익성 증가 결과적으로 아날로그 방송사업자는 앞으로 시장상황에 따라 포기옵션을 행사할 유인이 있음을 증명하는 것이며, 결론적으로 옵션적 사고의 도입은 사회적으로나 사업자 측면 모두 이익을 주는 것으로 나타났다. 지상파 DMB 서비스로 가정되는 경우에는 기존의 한 채널에서 3개 사업자가 서비스가 가능하기 때문에 373억에서 1조 1,051억 원 정도의 사업자 당 옵션가치를 지니는 것으로 파악된다. 이를 통해서 충분한 옵션행사의 유인이 존재하고, 특정기간과 특정용도로만 한정된 기기면허방식에서 주파수 면허로 가게 되면, 그 만큼 기존 사업자는 경제성이 높은 산업을 선택할 수 있기 때문에 옵션 가

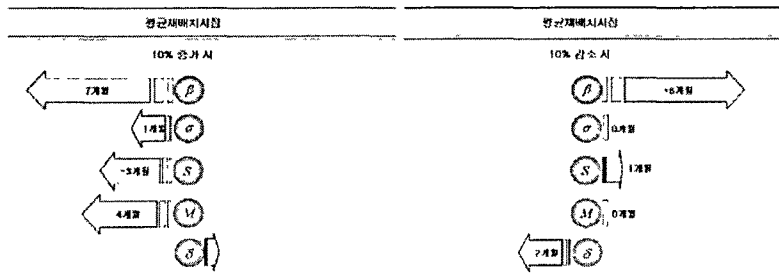
치는 매우 크다고 할 수 있다.

3.4 민감도 분석

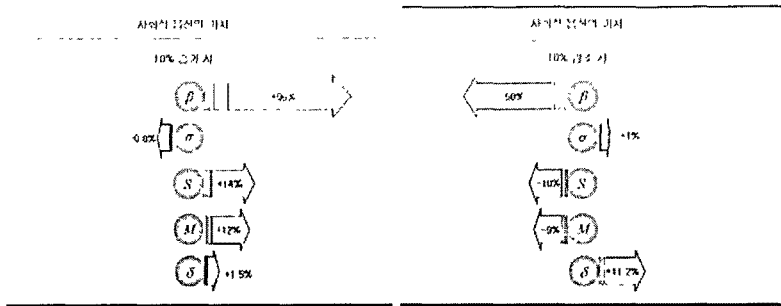
디지털 오디오방송서비스의 모수 추정치가 강건성을 지니고 있는지를 확인하기 위해 이동통신 콘텐츠 자료 외에도 2001년부터 2003년까지의 국내 CDMA 전체 가입자수와 2000년부터 2003년까지의 무선인터넷가입자수를 통해 모수를 재추정해 보았다. 이 결과 두 경우 모두 아날로그 방송 서비스보다는 높은 값의 α (0.43, 0.15), 낮은 값의 σ (두 경우 모두 0.18)를 가지므로 옵션 가치의 도출 결과의 방향을 바꾸지 못하는 것으로 확인되었다.

다음으로 미래 디지털 방송 서비스에 대한 유사 서비스로 가정하여 이동 통신의 콘텐츠 서비스의 매출액 자료에 의한 추정치에 대해서 민감도 분석을 실시하였다. 5%, 15%의 민감도 분석을 한 결과 10%의 민감도 결과가 나타내는 경우와 큰 차이가 없어서 이에 대한 분석결과만을 나타내고자 한다. 이는 확률과정 상의 두 모수와 초기 값에 대한 10% 증가시켰을 때와 감소시켰을 때에 앞서 구한 결과치 들의 민감도를 분석하였다. 표 [8], 표 [9]에서 알 수 있듯이, 10%의 변화에 따라 변화의 정도는 그 다지 의미 있지 않았으나 상대적으로 기대수익률이 변화시켰을 때, 옵션 행사에 따른 후생의 변화정도가 매우 크게 나타남을 알 수 있다. 대체적으로는 각 변수들의 변화에 대해서 우리가 구하고자 하는 값의 변화는 크지 않으므로 강건성을 가지고 있음을 알 수 있다. 10%증감의 변화에 따른 변수별로 민감 정도를 나타내면 다음과 같다.

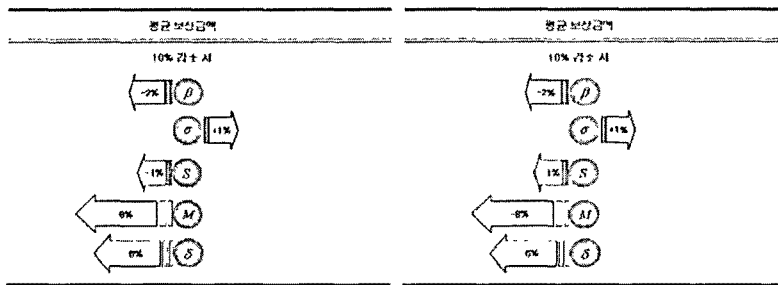
실증분석대상이었던 평균재배치 시점, 평균 보상금액, 평균 사회적 옵션의 가치, 평균 사업자적 옵션의 가치에 대해서 각 변수들의 민감도 정도를 나타내었다.



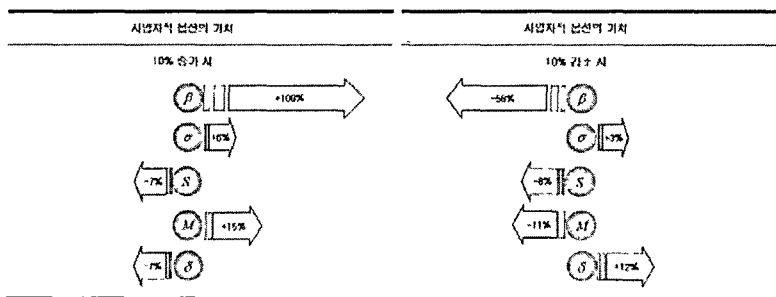
<그림 11> 평균재배치시점 민감도 분석 결과



<그림 12> 사회적 옵션가치 민감도 분석결과



<그림 13> 평균 보상금액 민감도 분석 결과



<그림 14> 사업자 옵션 가치의 민감도 분석 결과

전체적으로 보았을 때, β 를 추정하는 것이 매우 중요한 요소라는 것이 결과적으로 나왔고 이는 매우 직관적인 결과이다. 즉 미래평균 기대수익률에 따라 사회적으로나 사업자 측면의 옵션가치가 상당히 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 한편 본 논문에서 도출하고자 하는 보상금액의 가치나 평균 전파자원 재배치 시점에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 나머지 변수들은 10%의 증감에 따라서 상대적으로 덜 민감한 상황을 보여주고 있고 때로는 10%증감에 상관없이 항상 양의 영향만을 주거나 음의 영향만을 주는 등 의미가 없는 상황도 발생하였다. 그러나 현존하지 않은 서비스에 대해서 예측하기 때문에 추가적인 데이터 실증분석과 추가적인 변수들의 민감도 분석을 통해서 앞으로 정확한 값을 도출할 필요가 있으며 이를 향후과제로 삼고자 한다.

IV. 논문의 의의 및 정책적 시사점

이번 연구에서는 그 이유를 주파수 시장의 이해당사자간에 공히 받아들여질 수 있는 합리적 가격 메커니즘의 부재로 진단하고, 기존의 비용접근 적 가격책정 방법에서 벗어나, 자산의 가치는 미래 현금 흐름의 가치로서 설명되어진다는 당연하고도 합리적인 재무이론을 바탕으로 수익접근 적 가격 메커니즘의 관점을 제시하였다. 나아가 본 논문은 실물옵션의 방법을 도입하여 최적 주파수 회수 및 재배치 시기와 그에 따른 최적 주파수 가치를 도출함으로써, 정부가 주파수 거래정책과 관련하여 가장 고민하고 있는 주파수 회수 및 재배치 시기, 주파수 면허 사업자의 선정, 보상 금액 및 출연금 산정 등에 실질적 가이드라인을 제시하였다. 실증 분석을 위한 모델링 측면에서는, 기존 주파수 이용자들이 경제적 유인을 가지고 각 주파수 대역에 대해서 배타적 권리를 가지거나 포기할 수 있는 시스템을 가정함으로써 주파수 거래의 현실적 메커니즘을 반영하였다. 또한 자료의 가용성을 고려하여 주파수의 가치 산정에는 사회적 파급효과를 제한 사업자적 관점을 취함으로써, 산업 전망에 맞춰 회수 될 주파수의 보상가치를 산정하였다. 가치 산정에 있어서는 앞서 밝힌 바와 같이, 기존의 주파수를 사용하기 위해 들어가는 비용의 관점을 떨어버리고, 기존 서비스와 미래 서비스의 수익 전망을 비교함으로써 최적 주파수 회수 및 재배치 시점을 수익접근 적으로 예측하였다. 이렇게 산출된 결과는 동일한 자산을 활용한 배타적 사업의 수익 전망을 비교하여 이루어지기 때문에, 사업자 측면이나 사회적 측면 양측 모두에서 합리적인 가치와 시점으로 이해될 수 있다. 정부는 이렇게 산정된 시점을 고려하여 단계적 정책을 펼 수 있을 것으로 기대되며, 그만큼 정책 오류나 지연을 통해서 발생하는 사회적 손실을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 김창완, 이승훈 (2004), '주파수 재분배정책 해외사례 연구', 정보통신정책연구원 pp 14-31, 34
- 박동욱, 임동민, 이승훈 (2003), '전파관리제도의 최근 동향 및 정책적 시사점', 정보통신정책연구원, pp 13-26
- 박승관, 김대호, 김은미 (2003), '한국 사회에서의 DMB 도입과 그 의의', 정보통신부, pp 5-7
- 변상규 (2004), '방송·통신 융합을 주도하는 DMB 서비스', ETRI CEO Information 3호
- 변상규 (2004), 'DMB 방송서비스에 대한 잠재적 수요특성 분석', ETRI, pp 20-25
- 염용섭, 박동욱, 김국진, 초성운, 이홍재, 이상우, 한은영, 임동민, 이승훈
윤두영, 이찬구 (2003) '전파방송 법·제도 정비 연구', 한국무선국관리사업단
- 이홍재, 박진현, 박동욱, 장범진, 서보현, 이상규, 임동민, 윤두영, 정연준, (2002), '전파자원 이용·관리 발전방안 연구', 정보통신정책연구원
- 임상백 (2003), '리얼옵션 접근법을 이용한 주파수 대역의 가치평가에 관한 연구', 서울대학교 대학원 산업공학과 공학석사학위논문
- 한국정보통신산업협회 (1999, 2000, 2001, 2002, 2003), "정보통신산업통계연보",
한국전자통신연구원,(2003),"미래 지향적인 디지털 방송 기술 발전 방향: DMB, pp 89~98
- 한은정 (2003) '지상파 이동멀티미디어방송(DMB) 도입정책', 정보통신정책 연구원,
- Black, F, and M. Scholes (1973) "The Pricing of Options and Corporate Liabilities",
Journal of Politic Economy, May/June 1973, pp637-659
- Campbell, J. Y. I, Andrew W. Lo, A. Craig MacKinlay (1997) "The econometrics of
Financial Markets", Princeton University Press, pp 337-344
- Dixit, Avinash K. and R. S. Pindyck (1994), "Investment under Uncertainty", Princeton
University Press
- Garcia, D (2003), "Convergence and Biases of Monte Carlo estimates of American
option prices using a parametric exercise rule," Journal of Economic Dynamics
and Control
- Grenadier, S. R (1995), "Valuing Lease Contracts a Real-options Approach.", Journal of
Financial Economics 38, pp297-331
- Lenos Trigeorgis (1996), "Real Options : Managerial Flexibility and Strategy in
Resource Allocation", The MIT Press, pp 23-68
- Myers, S. C and Majd, S (1990) , 'Abandonment Value and Project Life', Advances in
Futures and Options Research 4, pp1-21
- Otto, R. E (1998), 'Valuation of Internal Growth Opportunities; The Case of a
Biotechnology Company',The Quarterly Review of Economics and Finance 38, 1998
- Pennings E and Ohno Lint (2000), "Market entry, phased rollout or abandonment? A
real option approach", European Journal of Operation Research, 2000,
pp125-138