

오픈소스 소프트웨어에 대한 정부지원정책의 경제적 효과*

안 일 태**

본 논문은 오픈소스 소프트웨어에 대한 정부 지원정책의 경제적 효과를 분석하고 있다. Schmidt and Schnitzer(2002)의 기본 모형에 소프트웨어 시장의 주요한 특성이라 할 수 있는 네트워크 효과를 도입한다. 정부 지원책으로는 두 가지를 고려한다. 첫 번째는 정부가 일부 공공기관에 대해 오픈소스 소프트웨어의 사용을 강요하는 정책이고, 두 번째는 상업용 소프트웨어 사용자에게 세금을 부과하여 그 재원으로 오픈소스 소프트웨어 이용자에 대해 일정액의 보조금을 지급하는 정책이다. 첫 번째 정책의 경우 전체 소비자 후생의 증감 여부는 네트워크 효과의 크기에 좌우된다. 네트워크 효과의 크기가 작은 경우에는 정부 정책으로 전체 소비자 후생은 감소하다가, 네트워크 효과가 충분히 크면 전체 소비자 후생은 증가하게 된다. 반면 보조금 지급 정책은 모든 소비자의 후생을 증가시킨다. 그러나 두 가지 정책 모두 상업용 소프트웨어 회사의 이윤을 고려한 전체 사회후생은 감소시키는 효과를 가진다.

핵심용어 : 오픈소스 소프트웨어, 상업용 소프트웨어, 네트워크 효과, 소비자 고착현상

JEL Classifications : D4, L1

* 이 논문은 2005년도 중앙대학교 학술연구비 지원에 의한 것이다. 또한 이 논문은 고려대 윤기호 교수와 저자가 공동 집필한 2005년도 정보통신정책연구원 연구보고서 『지식정보사회의 지적재산권과 경제정책』 중의 일부 내용을 수정·보완한 것임을 밝혀둔다. 좋은 논평을 해 주신 두 분의 심사자와 정보통신정책연구원 손상영 박사님, 국민대 김종민 교수님께 감사드린다.

** 중앙대학교 정경대학 경제학과 부교수, 서울시 동작구 흑석동 221,
E-mail: illtae@cau.ac.kr

투고일: 2005. 4. 6 심사일: 2005. 4. 7 최종심사완료일: 2005. 9. 3

I. 서 론

최근 소프트웨어 업계에 화두로 등장하고 있는 것이 오픈소스 소프트웨어이다. 오픈소스 소프트웨어는 상업용 소프트웨어와는 달리 소스코드가 일반인에게 공개되어 누구나 사용할 수 있고, 수정·보완할 수 있는 소프트웨어이다. 오픈소스 소프트웨어는 Linux and Apache 등의 예에서 볼 수 있듯이 엄청난 성장과 발전을 이루고 있다. 오픈소스 소프트웨어의 발전과 성장가능성은 지금까지 소프트웨어 시장에서 독점적인 지위를 확보하고 있던 몇몇의 상업용 소프트웨어 기업들에게는 커다란 도전으로 비추어지고 있다.

상식적인 경제이론에 의하면 오픈소스 소프트웨어의 존재와 빠른 성장은 기존의 상업용 소프트웨어 회사에게는 경쟁 압력으로 작용하여 기존 상업용 소프트웨어의 가격을 인하하는 유인을 제공할 것이다. 그렇다면 정부가 오픈소스 소프트웨어에 대한 지원을 통해 오픈소스 소프트웨어의 시장점유율을 높이고, 기존 상업용 소프트웨어 회사에 좀 더 강한 경쟁압력을 가하는 것은 바람직한 것인가? 실제로 세계 여러 나라에서는 정부가 오픈소스 소프트웨어의 사용을 촉진하고 소프트웨어 시장에서의 경쟁을 촉진하고자 여러 가지 형태의 정부지원책을 펴고 있거나 구상 중에 있다.¹⁾

본 논문에서는 간단한 모형을 통해 오픈소스 소프트웨어에 대한 정부 지원책이 경제적으로 어떠한 효과를 가지는 살펴보고자 한다. 특히 일부 공공기관에 대해 오픈소스 소프트웨어의 사용을 강제하거나 권장하는 정책, 그리고 오픈소스 소프트웨어 사용에 대한 보조금 지급 정책 등 가장 흔히 볼 수 있는 두 가지 정책이 소비자 및 전체 사회 후생에 어떠한 효과를 가지는를 살펴보는 것이 본 논문의 목적이다.

오픈소스 소프트웨어에 대한 정부지원책의 경제적 효과를 논한 대표적인 논문으로는 Schmidt and Schnitzer(2002)를 들 수 있다.²⁾ 그들은 Hotelling의 수평적 제품차별화(Horizontal Product Differentiation) 모형을 이용하여 공공기관에 대한 오픈소스 소프트웨어 사용 강요 정책은 오히려 상업용 소프트웨어의 가격을 인상시키고 그 결과 소비자 후생은 감소하게 됨을 보였다. 그러나 그들의 모형은 소프트웨어 산업의 중요한 특성인 네트워크 효과를 고려하지 않았다. 본 논문에서는 Schmidt and Schnitzer(2002) 모형에 네트워크 효과를 도입하여 그들과는 다른

1) 세계 각국의 정부지원정책에 대해서는 『김정호(2004), “오픈소스 소프트웨어 지원 논리의 경제학적 평가”, 2004년 한국산업조직학회 정책세미나』를 참조하기 바란다.

2) 『Schmidt, Klaus, and Monika Schnitzer(2002), “Public Subsidies for Open Source? Some Economic Policy Issues of the Software Market,” Mimeo』를 참조하기 바란다.

결론을 도출한다. 그 결론은 다음과 같다.

오픈소스 소프트웨어 사용 강요 정책의 결과 소비자 후생의 증감여부는 네트워크 효과의 크기에 따라 좌우된다. 네트워크 효과가 작은 경우에는 Schmidt and Schnitzer(2002)와 마찬가지로 상용업 소프트웨어의 가격이 상승하고, 소비자 후생은 감소하게 된다. 그러나 네트워크 효과가 큰 경우에는 반대로 상업용 소프트웨어의 가격이 하락하고 소비자 후생이 증가하게 됨을 보인다. 또한 추가로 본 논문에서는 오픈소스 소프트웨어 사용자에 대한 보조금 지급 정책의 효과를 살펴보았다. 그 결과 상업용 소프트웨어의 가격은 하락하고 모든 소비자의 후생은 증가한다. 그러나 두 가지 정책 모두 상업용 소프트웨어 회사의 이윤감소를 초래하고, 결과적으로는 전체 사회후생이 감소하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 모형을 설명하고, III장에서는 모형의 균형을 도출한다. IV장에서는 공공기관에 대한 오픈소스 소프트웨어 강요정책이 가격, 소비자 후생 및 사회후생에 미치는 효과를 분석한다. V장에서는 오픈소스 소프트웨어 사용자에 대한 정부 보조금 지급 정책의 효과를 분석한다. VI장은 결론이다.

II. 모 형

상업용 소프트웨어(PS)와 오픈소스 소프트웨어(OSS), 두 제품이 제공되고 있는 소프트웨어 시장을 상정하자. 상업용 소프트웨어 회사는 자사 제품에 이윤극대화 가격을 설정하는 반면, 오픈소스 소프트웨어의 가격은 0이다.³⁾ 시장규모는 고정되어 있고, 소비자는 세 가지 유형이 있다. 첫 번째 유형은 항상 상업용 소프트웨어만 사용한다. 즉 이들은 상업용 소프트웨어에 고착된 소비자들로서 오픈소스 소프트웨어로의 전환비용이 극도로 높은 소비자들이다. 이들의 소비자 규모(Measure)를 N_1 라 하자. 두 번째 유형은 오픈소스 소프트웨어만을 사용한다. 이들은 첫 번째 유형과는 반대로 오픈소스 소프트웨어에 고착된 소비자들이다. 이들의 소비자 규모를 N_2 라 하자.⁴⁾ 마지막 세 번째 유형은 어느 누구에게도 고착되지

3) 모든 오픈소스 소프트웨어가 무료는 아니지만, 논의의 단순화를 위해 다소 과장된 가정을 취한 것이다.

4) 고착 소비자들은 본 모형에서는 상정하고 있지 않지만, 前期에 해당 소프트웨어를 구입하여 사용했던 소비자들이라 생각할 수 있다. 만약 이들의 전환비용이 매우 높다면 해당 소프트웨어의 가격이 상당히 높더라도 계속 사용한다는 가정은 정당화될 수 있을 것이다.

않은 소비자들로서 상업용 소프트웨어와 오픈소스 소프트웨어 둘 중 하나를 선택한다. 이들 미고착 소비자는 $[0, 1]$ 의 구간에서 균일하게 분포되어 있고, 그 규모를 N_u 로 표시하자.⁵⁾

이제 Schmidt and Schnitzer(2002)와는 달리 소프트웨어 산업에 네트워크 효과를 도입하자. 현실을 반영하여 상업용 소프트웨어와 오픈소스 소프트웨어 사이에 상호호환이 불가능하다고 가정한다. x^e 를 미고착 소비자 중에서 상업용 소프트웨어가 차지하는 예상시장점유율이라 하고, $1-x^e$ 를 오픈소스 소프트웨어의 예상시장점유율이라 하자.⁶⁾ 그러면 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자의 예상규모는 $N_b + N_u x^e$ 이고, 오픈소스 소프트웨어를 사용하는 소비자의 예상규모는 $N_o + N_u(1-x^e)$ 가 된다. 특정 소프트웨어가 차지하는 시장규모의 예상치가 y^e 일 때, 그 소프트웨어를 사용함으로써 얻는 네트워크 효과, 즉 지불용의가격의 증가분을 $v(y^e)$ 로 표시하자. $v(y^e)$ 에 대한 통상적인 가정은 $v' > 0$, $v'' \leq 0$ 이나, 이하에서는 계산의 편의를 위해 $v(y^e) = v y^e$, $v \geq 0$ 라 가정한다. v 는 네트워크 효과의 크기를 나타내는 계수로서, v 가 클수록 네트워크 효과가 커진다. $v=0$ 인 경우 네트워크 효과는 존재하지 않으며, 본 모형은 Schmidt and Schnitzer(2002)의 모형과 일치한다.

미고착 소비자의 선호는 Hotelling의 수평적 제품차별화(Horizontal Product Differentiation) 모형에 따라 다음과 같이 정의된다: $x \in [0, 1]$ 에 위치한 소비자가 상업용 소프트웨어를 구입할 경우의 순효용(Net Surplus)은

$$U_{RS}(x) = v_b + v[N_b + x^e N_u] - tx - p$$

이다. 여기서 v_b 는 상업용 소프트웨어가 주는 내재적 가치로서 상업용 소프트웨어의 품질이라 할 수 있다. $v[N_b + x^e N_u]$ 는 상업용 소프트웨어를 사용함으로써 얻게 되는 네트워크 효과를 나타낸다. p 는 상업용 소프트웨어의 가격이다. 그리고 tx 는 x 에 위치한 소비자가 상업용 소프트웨어를 사용함으로써 지불해야 하는 가격외 비용이다.⁷⁾ 반면 x 에 위치한 소비자가 오픈소스 소프트웨어를 사용할 때 얻는 순효용은

$$U_{OSS}(x) = v_o + v[N_o + (1-x^e)N_u] - t(1-x)$$

5) 즉 미고착 소비자 그룹은 N_u -Replica가 된다.

6) 즉 우리는 시장이 모두 cover되는 균형을 보고 있는 것이다.

7) 여기에는 이 소프트웨어나 혹은 다른 응용 소프트웨어를 사용하는 방법을 배우는 데 들 어가는 비용등이 포함된다. 0에 위치한 소비자의 가격외 비용은 0인데, 이는 0에 위치한 소비자는 이 상업용 소프트웨어를 사용하는데 아무런 불편이 없음을 의미한다. x 가 커 감에 따라 이 소프트웨어를 사용하는데 따른 불편이 커지게 된다.

이다. v_o 는 오픈소스 소프트웨어의 내재적 가치, 또는 품질을 나타내고, $v[N_o + (1-x^e)N_u]$ 는 오픈소스 소프트웨어를 사용함으로써 얻는 네트워크 효과이다. 그리고 오픈소스 소프트웨어의 가격은 0이나 소비자는 $t(1-x)$ 만큼의 가격외 비용을 지불하게 된다. 특정 소프트웨어에 고착된 소비자의 선호도 미고착 소비자의 선호와 동일하게 정의된다. 다만 상업용 소프트웨어에 고착된 소비자들 경우 x 의 값이 매우 큰 음수라 가정하여 어떠한 경우에도 상업용 소프트웨어를 사용할 때의 순효용이 오픈소스 소프트웨어를 사용할 때의 순효용보다 훨씬 크다고 하자. 반대로 오픈소스 소프트웨어에 고착된 소비자들의 x 값은 매우 큰 양수라 가정한다. 한편 오픈소스 소프트웨어의 경우 대량 생산되는 상업용 소프트웨어와는 달리 소비자에 의한 맞춤형 생산(Customization)이 가능하므로 가격외 비용인 $t(1-x)$ 이 0이라고 가정할 수도 있으나, 결과에 질적인 차이가 없으므로 이는 무시하기로 한다.

상업용 소프트웨어에 대한 수요함수를 도출하기 위하여 상업용 소프트웨어와 오픈소스 소프트웨어가 무차별한 소비자 \bar{x} 를 구해보면 다음과 같다 :

$$v_p + v(N_p + N_u x^e) - t\bar{x} - p = v_o + v(N_o + N_u(1-x^e)) - t(1-\bar{x}).$$

이를 풀면

$$\bar{x} = \frac{v_p - v_o + v(N_p - N_u - N_o) + 2vN_u x^e + t - p}{2t}$$

이 되고, 상업용 소프트웨어 회사의 이윤은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \pi &= p[N_p + \bar{x}N_u] \\ &= p\left[N_p + \frac{v_p - v_o + v(N_p - N_u - N_o) + 2vN_u x^e + t - p}{2t} N_u\right]. \end{aligned}$$

이윤극대화 1계 조건을 이용하여 주어진 x^e 하에서의 상업용 소프트웨어의 이윤극대화 가격 $p^*(x^e)$ 와 이 가격 하에서의 미고착 소비자에 대한 상업용 소프트웨어의 시장점유율 $x^*(x^e)$ 을 구해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} p^*(x^e) &= \frac{v_p - v_o + v(N_p - N_u - N_o) + 2vN_u x^e + t}{2} + \frac{tN_p}{N_u}, \\ x^*(x^e) &= \frac{v_p - v_o + v(N_p - N_u - N_o) + 2vN_u x^e + t}{4t} - \frac{N_p}{2N_u}. \end{aligned}$$

III. 균 형

균형 개념으로는 Katz and Shapiro(1985) 이후 네트워크 효과가 존재하는 경우 통상적으로 사용되는 합리적 기대 균형(Fulfilled Expectations Equilibrium)을 채택하기로 한다. 즉 균형에서는 미고착 소비자에 대한 상업용 소프트웨어의 예상 시장점유율 x^e 와 실제 시장점유율 $x^*(x^e)$ 이 일치하여야 한다. 따라서 본 모형에서의 균형은 다음과 같이 정의된다.

(정의) 균형은 미고착 소비자에 대한 상업용 소프트웨어의 시장점유율 $x^* \in [0, 1]$ 로

$$x^* = x^*(x^*) = \frac{v_p - v_o + v(N_p - N_u - N_o) + 2vN_u x^* + t}{4t} - \frac{N_p}{2N_u} \quad (1)$$

을 만족한다. 균형가격 p^* 는 $p^*(x^*)$ 이다.

균형을 구하기에 앞서 균형이 존재하기 위한 조건으로 다음의 가정들을 취한다.

$$\text{가정 1 : } v_p - v_o + (1 - \frac{2N_p}{N_u})t > v(N_u + N_o - N_p).$$

$$\text{가정 2 : } v_p - v_o - (3 + \frac{2N_p}{N_u})t < -v(N_u + N_p - N_o).$$

$$\text{가정 3 : } 2t > vN_u.$$

가정 1은 $x^*(0) > 0$ 과 동치이며, 이는 $x^e = 0$ 의 예상 하에서도 미고착 소비자 중에서 상업용 소프트웨어를 구입하는 소비자는 반드시 존재함을 의미한다. 반대로 가정 2는 $x^*(1) < 1$ 과 동치로, $x^e = 1$ 의 예상 하에서도 오픈소스 소프트웨어를 사용하는 미고착 소비자가 존재함을 의미한다. 즉 가정 1과 가정 2 하에서는 어떠한 예상 하에서도 특정 소프트웨어가 미고착 소비자를 독점하는 경우는 발생하지 않는다. 가정 1과 가정 2가 동시에 성립하기 위해서는 $v_p - v_o$ 가 너무 크거나 너무 작은 경우는 배제되는데, 이것이 만족되기 위한 필요충분조건이 바로 가정 3이다. 즉 가정 3이 충족되지 않는다면, 가정 1과 가정 2가 동시에 충족되는 경우는 존재하지 않는다. 한편 가정 3은 $x^*(x^e)$ 의 기울기가 1보다 작음을 의미하는데, 이 조건이 충족되지 않는다면 균형이 존재하더라도 그 균형은 안정적(Stable)이지 못하다.⁸⁾

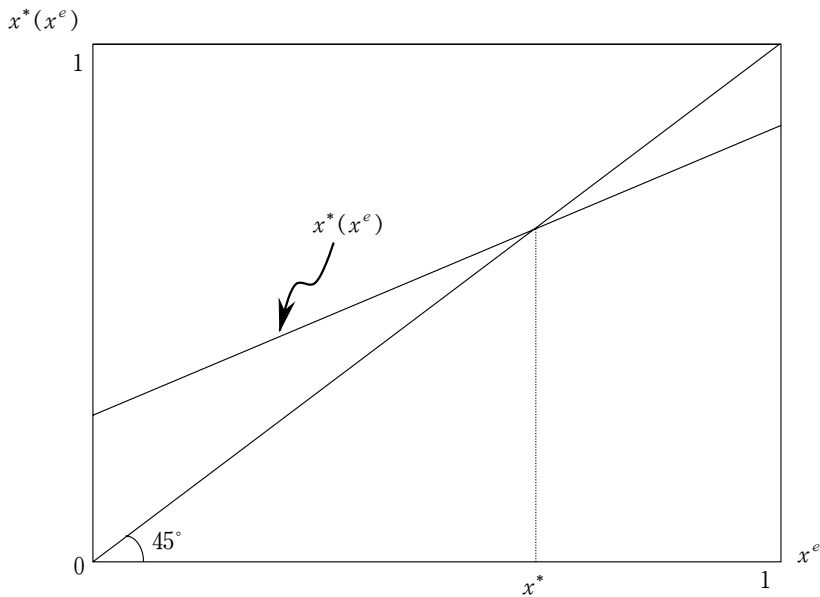
이제 균형의 존재유무와 그 형태를 소개하면 다음과 같다.

(명제 1) 가정 1~가정 3 하에서는 유일한 균형 x^* 가 존재하며, 이 때 x^* 와 균형가격 p^* 의 값은 각각 다음과 같다.

$$x^* = \frac{v_p - v_o - v(N_u + N_o - N_p) + (1 - \frac{2N_p}{N_u})t}{2(2t - vN_u)}, \tag{2}$$

$$p^* = \frac{t}{2t - vN_u} [v_p - v_o - v(N_u + N_o + N_p) + (1 + \frac{2N_p}{N_u})t]. \tag{3}$$

(증명) 균형 조건식 (1)로부터 식 (2)가 도출됨은 자명하다. 또한 가정 1~가정 3 으로부터 $x^* \in (0, 1)$, $p^* > 0$ 이 성립함도 쉽게 확인할 수 있다. 유일 균형이 존재한다는 사실은 아래의 그림을 통해서도 쉽게 확인할 수 있다.



(증명 끝)

식 (2)를 이용하여 네트워크 효과의 크기 v 가 상업용 소프트웨어의 시장점유율 $N_p + x^*N_u$ 및 상업용 소프트웨어의 가격 p^* 에 미치는 효과를 살펴보면 다음과 같다.

8) 네트워크 효과가 존재하는 경우의 안정적 기대균형(Stable Fulfilled Equilibrium)에 대해서는 Economides, Nicholas(1996), "Network Externalities, Complementarities, and Invitations to Enter, European Journal of Political Economy, 12"를 참조하라.

$$\frac{\partial(N_p + x^*N_u)}{\partial v} = \frac{\partial x^*}{\partial v} = \frac{1}{2N_u(2t - vN_u)^2} [v_p - v_o - (1 + \frac{2N_o}{N_u})t],$$

$$\frac{\partial p^*}{\partial v} = \frac{t}{2N_u(2t - vN_u)^2} [v_p - v_o - (1 + \frac{2N_o}{N_u})t].$$

즉 v 가 커질수록 상업용 소프트웨어의 시장점유율과 상업용 소프트웨어의 가격이 높아질 필요충분조건은 $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 이 된다. 그런데 $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 의 조건은 바로 상업용 소프트웨어의 시장점유율이 오픈소스 소프트웨어의 시장점유율보다 높다는 조건, 즉 $N_p + x^*N_u > N_o + (1 - x^*)N_u$ 와 일치함을 쉽게 확인할 수 있다. 여기서 우리는 네트워크 효과는 시장점유율이 높은 소프트웨어에 유리한 방향으로 작용한다는 사실을 알 수 있다.

한편 향후 논의전개를 위해서는 v 와 $v_p - v_o$ 가 취할 수 있는 값의 범위에 대한 정확한 정보가 필요한데, 가정 1~가정 3의 내용을 이용하면 다음의 Lemma 1과 같이 정리될 수 있다. 단, 이하의 분석에서는 $N_u + N_o - N_p > 0$ 와 $N_u + N_p - N_o > 0$ 의 두 가지 가정을 취하도록 한다. 이들 가정은 특정 소프트웨어에 고착된 소비자의 비중이 미고착 소비자의 비중보다 상대적으로 높지 않음을 의미한다.

Lemma 1 : 가정 1~가정 3과 부합하는 $v_p - v_o$ 와 v 의 범위는 다음과 같다.

$$\text{i) } -(1 - \frac{2N_p}{N_u})t \leq v_p - v_o \leq (3 + \frac{2N_p}{N_u})t$$

$$\text{ii) If } (1 + \frac{2N_o}{N_u})t \leq v_p - v_o \leq (3 + \frac{2N_p}{N_u})t, \quad v \in [0, \frac{(3 + \frac{2N_p}{N_u})t - a}{N_u + N_p - N_o}).$$

$$\text{If } -(1 - \frac{2N_p}{N_u})t \leq v_p - v_o \leq (1 + \frac{2N_o}{N_u})t, \quad v \in [0, \frac{(1 - \frac{2N_p}{N_u})t + a}{N_u + N_o - N_p}).$$

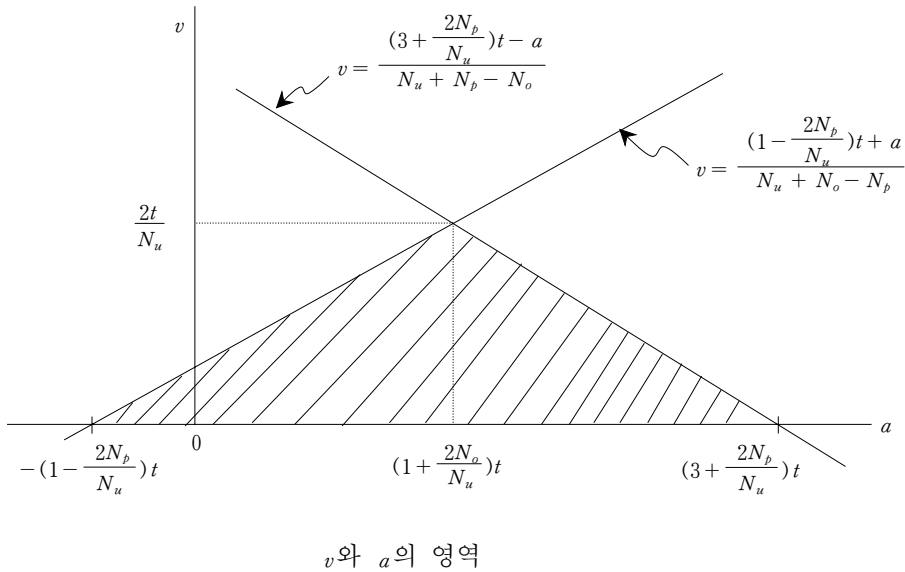
단, $a \equiv v_p - v_o$.

(증명) 표기의 단순화를 위해 $\bar{v} = \frac{(3 + \frac{2N_p}{N_u})t - a}{N_u + N_p - N_o}$, $\tilde{v} = \frac{(1 - \frac{2N_p}{N_u})t + a}{N_u + N_o - N_p}$ 로 표시

하자. 우선 (ii)는 가정 1~가정 3으로부터 $v < \text{Min}[\tilde{v}, \bar{v}, \frac{2t}{N_u}]$ 이고, $(1 + \frac{2N_o}{N_u})t$

$\leq v_p - v_o \leq (3 + \frac{2N_p}{N_u})t$ 의 조건 하에서는 $\bar{v} \leq \frac{2t}{N_u} \leq \tilde{v}$ 이 성립하고, $-(1 - \frac{2N_p}{N_u})t \leq v_p - v_o \leq (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 의 조건 하에서는 $\tilde{v} \leq \frac{2t}{N_u} \leq \bar{v}$ 이 성립함을 보면 쉽게 보여진다. (i)은 \tilde{v} 와 \bar{v} 이 0보다 작을 수 없다는 조건으로부터 유도된다. (증명 끝)

아래의 그림은 Lemma 1의 내용을 그림으로 나타낸 것이다. 빗금친 부분이 가정 1~가정 3과 부합하는 v 와 $v_p - v_a (= a)$ 의 범위를 나타낸다.



IV. 공공기관에 대한 오픈소스 소프트웨어 사용 강요정책의 효과

이제 정부가 오픈소스 소프트웨어 지원책으로 일부 공공기관과 학교에서 오픈소스 소프트웨어를 강제적으로 사용하도록 한다고 하자. 원래는 상업용 소프트웨어와 오픈소스 소프트웨어 중 자신에게 높은 순효용을 주는 제품을 선택했을 공공기관과 학교가 이러한 정책 하에서는 오픈소스 소프트웨어만 사용하게 된다. 따라

서 이러한 정책은 우리의 모형에서 미고착 소비자 N_u 중에서 ΔN 만큼의 소비자가 N_o 로 전환됨을 의미한다.

이러한 정부정책이 상업용 소프트웨어의 시장점유율과 상업용 소프트웨어의 가격에 미치는 효과는 각각 $\frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_o} - \frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_u}$, $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}$ 로 표시될 수 있다. 식 (2), 식 (3)을 이용하여 이들을 구해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_o} - \frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_u} \\ &= N_u \left[-\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u} \right] - x^* = \frac{t(N_u+N_o)}{2(2t-vN_u)^2} \left[v - \frac{a+t}{N_u+N_o} \right], \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} = \frac{t}{(2t-vN_u)^2} \left[(N_u+N_o+N_p)v^2 - (a+t+4t\frac{N_p}{N_u})v + 4t^2\frac{N_p}{N_u^2} \right]. \quad (5)$$

단, 여기서 $a \equiv v_p - v_o$.

$\frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_o} - \frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_u}$ 와 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}$ 의 부호는 무엇보다도 네트워크 효과(v)의 크기와 상업용 소프트웨어의 품질우위($v_p - v_o$)의 크기에 의해 영향을 받는다. 이를 정리하면 다음의 명제와 같다. 단 여기서는 $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$, 즉 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 경우만을 다룬다. 그 반대의 경우는 상업용 소프트웨어의 시장점유율이 오픈소스 소프트웨어보다 훨씬 높은 현재 상황과 부합하지 않을 뿐만 아니라, 결과도 대동소이하므로 여기서는 생략하기로 한다.⁹⁾

(명제 2) $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$, 즉 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 이 성립한다고 하자.

i) $\frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_o} - \frac{\partial(N_p+x^*N_u)}{\partial N_u} < 0 \quad \forall v \in [0, \bar{v})$.

9) 현재의 상황에서 상업용 소프트웨어의 시장점유율이 훨씬 높다고 하더라도 상업용 소프트웨어가 오픈소스 소프트웨어보다 품질 면에서 우수하다는 가정은 논란의 여지가 없지 않다. 그러나 본 모형에서 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 의 조건과 $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 의 조건이 일치하는 이유는 미고착 소비자의 분포가 균일하다는 가정 때문이다. 만약 미고착 소비자가 $[0, 1]$ 구간에서 상업용 소프트웨어 쪽으로, 즉 0 쪽으로 쏠려서 분포되어 있다면 $v_p = v_o$ 또는 $v_p < v_o$ 의 가정 하에서도 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 의 결과가 도출될 수 있다.

ii) $(1 + \frac{2N_o}{N_u})t < v_p - v_o < a$ 인 경우에는 어떤 값 v' 이 존재하여 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} > 0$
 $\forall v \in [0, v'), \frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} < 0 \quad \forall v \in (v', \bar{v})$,

iii) $a' < v_p - v_o < (3 + \frac{2N_p}{N_u})t$ 이면 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} > 0 \quad \forall v \in [0, \bar{v})$ 이 성립한다.

단, 여기서 $\bar{v} = \frac{(3 + \frac{2N_p}{N_u})t - a}{N_u + N_p - N_o}$, $a = v_p - v_o$, $a' = (3 + \frac{N_p}{N_u})t + \frac{N_p}{N_u} \cdot \frac{N_o}{N_u + N_p}t$,

$$v' = \frac{1}{2(N_u + N_p + N_o)} \times$$

$$[a + (1 + \frac{4N_p}{N_u})t - \sqrt{\{a + (1 + \frac{4N_p}{N_u})t\}^2 - 16t^2 \frac{N_p}{N_u^2} (N_u + N_p + N_o)}].$$

(증명) 식 (4)으로부터 $\frac{\partial(N_p + x^*N_u)}{\partial N_o} - \frac{\partial(N_p + x^*N_u)}{\partial N_u}$ 의 부호는 $v - \frac{v_p - v_o + t}{N_u + N_o}$

의 부호와 일치하고, $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 의 조건 하에서는 $v - \frac{v_p - v_o + t}{N_u + N_o} \leq \bar{v} -$

$\frac{v_p - v_o + t}{N_u + N_o} < 0$ 이 성립함을 보면 (i)은 쉽게 증명된다.

(ii)와 (iii)의 증명을 위해 식 (5)의 [] 안에 v 의 이차식을 $f(v)$ 라 하자. 즉

$$f(v) = (N_u + N_o + N_p)v^2 - (a + t + 4t \frac{N_p}{N_u})v + 4t^2 \frac{N_p}{N_u^2}$$

이라 하면, $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}$ 의 부호는 $f(v)$ 의 부호와 일치한다. 한편 v' 은 $f(v) = 0$ 의 두 해 중 작은 해이므로 $f(v) > 0 \quad \forall v < v'$, $f(v) < 0 \quad \forall v > v'$ 이 성립한다. 그런데 a 가 a' 보다 작은 값이면 $v' < \bar{v}$, a 가 a' 보다 큰 값이면 $v' > \bar{v}$ 이 성립하게 된다. 한편 전자의 경우 \bar{v} 은 $f(v) = 0$ 의 두 해 중 큰 해보다는 작음을 보일 수 있는데, 이로써 (ii)와 (iii)은 증명된다.

(증명 끝)

명제 2의 (i)은 공공기관에 대한 정부의 오픈소스 소프트웨어 사용 강요정책의 결과 상업용 소프트웨어의 시장점유율이 하락하게 됨을 보여준다. 당연한 결과이

지만, 두가지로 그 원인을 설명할 수 있다. 첫 번째는 강요정책으로 인해 상업용 소프트웨어를 더 이상 사용할 수 없는 이용자들의 증가, 즉 N_u 의 감소이고, 두 번째는 이로 인해 발생하는 상업용 소프트웨어의 네트워크 효과의 감소이다. 상업용 소프트웨어의 네트워크 효과가 감소하면 그 만큼 상업용 소프트웨어의 가치(순효용)도 감소할 것이므로 오픈소스 소프트웨어의 사용이 강제되지 않은 소비자 중에서도 일부는 오픈소스 소프트웨어를 이용하게 될 것이다.¹⁰⁾

명제 2의 (ii)와 (iii)은 정부의 강요정책이 상업용소프트웨어의 가격에 미치는 효과를 보여준다. 우선 (ii)는 $(1 + \frac{2N_o}{N_u})t < v_p - v_o < a'$ 의 경우 가격효과는 네트워크 효과의 크기에 따라 다름을 보여준다. 네트워크 효과가 작은 경우 상업용 소프트웨어의 가격은 상승하는데, 이는 가격변화에 민감한 미고착 소비자 N_u 의 감소로 상업용 소프트웨어에 고착된 소비자 그룹의 상대적 중요성이 커지기 때문이다. 이들 고착 소비자는 가격변화에 극도로 둔감하므로 이들의 상대적 비중이 높아질수록 상업용 소프트웨어 회사에게는 가격을 인상하는 것이 유리하다. 이러한 결과는 네트워크 효과를 고려하지 않은, 즉 $v=0$ 를 상정한 Schmidt and Schnitzer(2002)와도 부합한다. 그러나 네트워크 효과가 커짐에 따라 소비자의 선택에 있어 시장 점유율이 점차 중요해지고, 이는 상업용 소프트웨어 회사에게는 가격하락 압력으로 작용하게 된다. 따라서 네트워크 효과의 크기가 일정수준(\bar{v})에 도달하면 상업용 소프트웨어의 가격은 하락한다. 한편 (iii)에 의하면 상업용 소프트웨어의 품질 우위가 매우 크다면, 즉 $v_p - v_o > a'$ 이면, 상업용 소프트웨어의 가격은 허용 가능한 네트워크 효과 하, $v \in [0, \bar{v})$ 에서는 항상 상승한다. 품질 차이가 워낙 크다면 소비자의 선택에 있어 네트워크 효과의 상대적 중요성이 낮기 때문이다. 그러나 네트워크 효과의 낮은 상대적 중요성, 그것이 가격상승 요인의 전부는 아니다. 한 가지 명심해야 하는 것은 $v_p - v_o$ 가 증가할 경우 네트워크 효과의 상한 \bar{v} 는 감소한다는 점이다. 앞 절의 그림에서 보듯이 $v_p - v_o$ 가 매우 큰 값인 경우 v 가 취할 수 있는 값이 매우 낮기 때문에, 즉 네트워크 효과의 절대적 크기 자체가 낮은 것도 가격상승 요인으로 작용한다.¹¹⁾

10) 실제 $\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u}$ 의 부호가 해당구간 안에서 음수임을 확인할 수 있다.

11) $v_p - v_o$ 의 값이 그 상한인 $(3 + \frac{2N_p}{N_u})t$ 에 충분히 가깝다면 v 가 취할 수 있는 값은 0에 가깝다. 0에 가까운 v 값에서는 $v_p - v_o$ 가 $(1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 보다 약간만 큰 경우에도 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} -$

오픈소스 소프트웨어 사용 강요정책이 소비자 후생에 미치는 효과를 분석하자. 이하의 분석도 $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 인 경우에 국한한다. 우선 정부정책 이전부터 오픈소스 소프트웨어를 이용했던 소비자는 오픈소스 소프트웨어 이용자의 증가로 인해 추가적인 네트워크 효과를 누리게 되고 이에 따라 순효용이 증가함을 쉽게 알 수 있다. 정부정책이 도입되기 전 균형에서 이들 소비자들의 순효용은 $U^*_{OSS}(x) = v_o + v[N_o + N_u(1-x^*)] - t(1-x)$ 이므로 이들의 순효용 증가분은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U^*_{OSS}(x)}{\partial N_o} - \frac{\partial U^*_{OSS}(x)}{\partial N_u} \\ &= v - vN_u \frac{\partial x^*}{\partial N_o} + vN_u \frac{\partial x^*}{\partial N_u} - v(1-x^*) = v[x^* - N_u(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u})]. \end{aligned} \quad (6)$$

정부정책이 정책 전후 모두 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자들에게 미치는 효과는 두 가지이다. 첫 번째는 상업용 소프트웨어 이용자의 감소로 인한 네트워크 효과의 손실이고, 두 번째는 가격효과이다. 따라서 가격이 상승하는 경우에는 이들 소비자의 순효용은 반드시 감소하나, 가격이 하락하는 경우에는 가격하락 폭과 네트워크 효과의 손실분과의 비교가 필요하다. 이를 위해 보조금이 지급되기 전에 균형에서 이들이 누리는 순효용을 표기하면

$$U^*_{PS}(x) = v_p + v(N_p + N_u x^*) - tx - p^*, \quad \text{단 } 0 \leq x \leq x^*.$$

이 된다. 그리고 정부정책으로 인한 이들 소비자의 순효용 변화분을 구하여 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U^*_{PS}(x)}{\partial N_o} - \frac{\partial U^*_{PS}(x)}{\partial N_u} \\ &= v[N_u(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u}) - x^*] - [\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}] = \frac{-tN_p}{N_u^2} < 0. \end{aligned} \quad (7)$$

$\frac{\partial p^*}{\partial N_u}$ 의 부호는 양수였을 것이다. 이를 다르게 표현하면 “동일한 v 값에 대해서 $(1 + \frac{2N_o}{N_u})t < v_p - v_o < a'$ 의 경우에는 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} < 0$, $a' < v_p - v_o < (3 + \frac{2N_p}{N_u})t$ 인 경우에는 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} > 0$ ”이 성립하는 것은 아니다.

즉 가격이 하락하는 경우에도 그 하락 폭은 네트워크 효과 손실분에 미치지 못하여 상업용 소프트웨어를 계속해서 이용하는 소비자들의 순효용은 감소하게 된다.

마지막으로 정부정책이 도입되기 이전에는 상업용 소프트웨어를 사용하다가 도입 이후에는 오픈소스 소프트웨어로 전환한 소비자들의 후생변화는 소비자에 따라 다르다. 보다 구체적으로 정부정책이 도입된 후의 새로운 균형을 x' (단 $x' < x^*$) 이라 한다면, 이들 소비자 부류는 $x \in [x', x^*]$ 인 소비자들이다.¹²⁾ 따라서 그 위치가 x' 에 가까운 소비자들은 상업용 소프트웨어를 계속해서 사용하는 소비자들과 마찬가지로 순효용이 감소하게 되는 반면, x^* 에 가까운 소비자들은 계속해서 오픈소스 소프트웨어를 이용하는 소비자들처럼 순효용이 증가한다. 이들 그룹에 속하는 개별 소비자의 순효용 변화분을 $\Delta(x)$, 단 $x \in [x', x^*]$ 이라 한다면 이들 그룹 전체의 후생변화는 $N_u \int_{x'}^{x^*} \Delta(x) dx$ 이 된다. 이것의 부호가 양수인지 음수인지는 일률적으로 판단할 수 없다. 특히 이것의 부호는 정부 정책의 범위, 즉 $-\Delta N_u = \Delta N_o = \Delta N$ 의 크기에 영향을 받는다. 그러나 정부의 정책이 매우 한정된 공공기관에 대해서만 취해지는 경우, 즉 ΔN 이 미소한 양이라면 x' 과 x^* 은 충분히 가깝고, 따라서 $N_u \int_{x'}^{x^*} \Delta(x) dx$ 는 0에 가까운 수가 된다. ΔN 이 미소량이 아닌 경우에도 본 논문의 결론은 유효하나, 논의의 중복 또는 번잡을 피하기 위해 이하에서는 ΔN 이 미소한 양인 경우만을 다룬다.

ΔN 이 미소한 양인 경우 위의 논의를 정합하면 정부정책으로 인한 전체 소비자의 후생변화 ΔCS 는 다음과 같이 나타내어 진다.

$$\begin{aligned} \Delta CS &= [N_o + (1-x^*)N_u] \left[v \left\{ x^* - N_u \left(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u} \right) \right\} \right] + [N_p + x^*N_u] \left(\frac{-tN_p}{N_u^2} \right) \\ &= [N_o + (1-x^*)N_u] \left[\frac{tN_p}{N_u^2} - \left(\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} \right) \right] + [N_p + x^*N_u] \left(\frac{-tN_p}{N_u^2} \right) \\ &= [N_p + x^*N_u - N_o - (1-x^*)N_u] \left(\frac{-tN_p}{N_u^2} \right) - [N_o + (1-x^*)N_u] \left(\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} \right) \quad (8) \end{aligned}$$

12) $x \in [0, x']$ 인 소비자들은 정부정책의 도입 전과 후 모두 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자들이고, $x \in [x^*, 1]$ 에 위치한 소비자들은 도입 전과 후 모두 오픈소스 소프트웨어를 사용하는 소비자들이다.

첫 번째 등호의 우변 첫항과 두 번째 항은 각각 오픈소스 소프트웨어 이용자 전체와 상업용 소프트웨어 이용자 전체의 후생변화를 나타낸다. 두 번째 등식은 식 (6), 식 (7)에 의한 것이다. 여기서는 $N_b + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 의 경우만 다루고 있으므로 세 번째 등호의 우변에서 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} > 0$ 가 되면, ΔCS 는 음수가 된다.

즉 정부의 강요정책의 결과 상업용 소프트웨어의 가격이 상승하게 되면 전체 소비자 후생은 감소함을 알 수 있다. 다시 말해 전체 소비자 후생이 증가하기 위해서는 상업용 소프트웨어의 가격이 반드시 하락하여야 한다. 그러나 상업용 소프트웨어의 가격 하락이 전체 소비자 후생 증가의 충분조건이 되는 것은 아니다. 특히 N_b 가 상당히 크다면 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} < 0$ 이면서 ΔCS 가 음수인 경우가 발생할 수 있다. 전체 소비자 후생 증가의 정확한 필요충분조건을 구하기 위해서는 매우 복잡한 계산과정이 필요하므로, 여기서는 간단한 충분조건만 제시하기로 한다.

(명제 3) $v_b - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$, 즉 $N_b + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 이 성립하고 $-\Delta N_u = \Delta N_o = \Delta N$ 이 미소량일 경우 정부의 오픈소스 소프트웨어 사용 강요 정책의 결과 전체 소비자 후생(개별 소비자 순효용의 합)은 상업용 소프트웨어의 가격이 상승하게 되면 반드시 감소한다. 그러나 $N_b < \bar{N}_b$ 이면 어떤 값 \hat{v} 이 존재하여 $\Delta CS < 0 \quad \forall v \in [0, \hat{v})$, $\Delta CS > 0 \quad \forall v \in (\hat{v}, \bar{v})$ 이 성립한다. 특히 $N_b = 0$ 인 경우 v 의 값에 상관없이 전체 소비자 후생은 항상 증가한다. 전체 소비자 후생이 증가하는 경우 상업용 소프트웨어의 가격은 반드시 하락한다.

(증명) 생략

명제 3는 상업용 소프트웨어에 고착된 소비자의 규모 N_b 가 그다지 크지 않다면 전체 소비자 후생의 증감여부는 네트워크 효과의 크기에 좌우됨을 보여준다. 즉 네트워크 효과가 작은 경우에는 전체 소비자 후생은 감소하고, 네트워크 효과가 큰 경우에는 전체 소비자 후생이 증가하게 된다. 네트워크 효과가 큰 경우 전체 소비자 후생이 증가하게 되는 이유는 이 경우 상업용 소프트웨어의 가격이 하락하기 때문이다. 상업용 소프트웨어의 가격이 하락하는 이유에 대해서는 명제 2의 아래에서 이미 설명한 바 있다. 반면 N_b 가 매우 크다면 상업용 소프트웨어의 가격이 상승하거나, 혹은 그 하락폭이 작은 뿐만 아니라 후생이 감소하게 되는 상업용 소

프트웨어 이용자의 절대 수가 크기 때문에 전체 소비자 후생은 감소하게 된다.

한편 정부의 오픈소스 소프트웨어 사용 강요정책이 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 $\Pi^* = p^*[N_p + x^*N_u]$ 에 미치는 효과는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Delta\Pi &= \frac{\partial\Pi^*}{\partial N_o} - \frac{\partial\Pi^*}{\partial N_u} = p^*[N_u(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u}) - x^*] + [\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}][N_p + x^*N_u] \\ &= p^*[N_u(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u}) - x^*] + [\frac{tN_p}{N_u^2} + vN_u(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u}) - vx^*][N_p + x^*N_u]. \quad (9) \end{aligned}$$

두 번째 등호의 첫 번째 항은 시장점유율 감소로 인한 이윤 감소분이고, 두 번째 항은 가격변화로 인한 이윤 변화분이다. 따라서 상업용 소프트웨어의 가격이 하락하는 경우 $\Delta\Pi$ 가 음수임은 자명하다. 또한 상업용 소프트웨어의 가격이 상승하는 경우에도 시장점유율 감소로 인한 이윤감소분이 가격상승으로 인한 이윤증가분을 초과하여 전체적으로는 이윤이 감소함을 보일 수 있다. 이에 대한 증명은 부록에 수록하기로 한다.

정부정책으로 인한 총 사회후생 변화분, $\Delta W = \Delta CS + \Delta\Pi$ 은 식 (8), 식 (9)를 이용하면 다음과 같이 정리될 수 있다.¹³⁾

$$\Delta W = [x^* - N_u(\frac{\partial x^*}{\partial N_o} - \frac{\partial x^*}{\partial N_u})][-v(N_p + x^*N_u) - p^* + v(N_o + (1-x^*)N_u)] \quad (10)$$

우리가 다루고 있는 경우가 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 임을 상기하면 ΔW 가 항상 음수임을 알 수 있고, 따라서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

(명제 4) $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 이 성립하고 $-\Delta N_u = \Delta N_o = \Delta N$ 이 미소량일 경우 정부의 오픈소스 소프트웨어 사용 강요 정책의 결과 총 사회후생은 항상 감소한다. 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 또한 감소한다.

(증명) 총 사회후생이 감소한다는 사실은 이미 본문에서 보여졌다. 상업용 소프트웨어 회사의 이윤이 감소함은 부록에서 보이기로 한다.

(증명 끝)

총 사회후생이 감소하는 직관적인 이유는 다음과 같다. 우선 상업용 소프트웨어의

13) 오픈소스 소프트웨어 회사의 이윤은 정부정책 이전이나 이후 모두 0임을 주목하라.

가격변화로 인한 상업용 소프트웨어 사용자들의 후생변화분과 상업용 소프트웨어 회사의 이윤변화분($|\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}| \cdot [N_p + x^* N_u]$)은 정확히 상쇄된다. 따라서 총 사회후생 변화분은 결국 상업용 소프트웨어의 시장점유율 감소에 따른 오픈소스 소프트웨어 이용자들의 후생 증가분, 상업용 소프트웨어 사용자들의 후생 감소분, 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소분의 합이다. 그러나 상업용 소프트웨어 사용자가 오픈소스 소프트웨어 이용자보다 더 많다면, 상업용 소프트웨어 사용자들의 후생 감소분이 오픈소스 소프트웨어 이용자들의 후생 증가분보다 크므로 총 사회 후생은 감소하게 된다.

V. 오픈소스 소프트웨어 사용에 대한 보조금 지급정책의 효과

정부가 오픈소스 소프트웨어 지원책으로 오픈소스 소프트웨어를 사용하는 소비자에게 일정액의 정부 보조금을 지급하는 경우 그 효과를 살펴보자. 단, 이하에서는 논의의 공평성을 위해 정부가 균형재정을 고려하여 정부 보조금을 지급하는 경우, 그 자금은 세금으로 충당한다고 가정한다. 보다 구체적으로 정부는 상업용 소프트웨어 사용자 1인당 1원씩의 세금을 징수하여 오픈소스 소프트웨어 사용자에게 m 원씩의 보조금을 지급한다고 하자.¹⁴⁾ 보조금 지급 후의 새로운 균형을 x' 이라 하면 정부보조금 m 은 다음의 예산제약을 충족한다.

$$N_p + x' N_u = m [N_o + (1 - x') N_u], \quad \text{즉} \quad m = \frac{N_p + x' N_u}{N_o + (1 - x') N_u}.$$

단 여기서 보조금 지급액이 미소할(Infinitesimal) 경우 x' 와 x^* , m 과 $\frac{N_p + x^* N_u}{N_o + (1 - x^*) N_u}$ 이 충분히 가까움은 물론이다.

14) 정부가 전체 인구 $N_u + N_p + N_o$ 로부터 각각 1원씩의 세금을 징수하여 오픈소스 소프트웨어 사용자에게 $\frac{N_u + N_p + N_o}{N_o + (1 - x') N_u}$ 원씩의 정부보조금을 지급한다고 해도 아래에서와 동일한 결론을 얻게된다.

상용업 소프트웨어에 대한 1원의 세금 증가는 상업용 소프트웨어 사용 소비자 순효용의 1원 감소, 오픈소스 소프트웨어 이용자에 대한 m 원의 보조금 지급은 이들 이용자 순효용의 m 원 증가를 의미하므로 정부의 보조금 정책은 v_p 의 한 단위 감소, v_o 의 m 단위 증가의 효과를 가진다. 따라서 정부의 이러한 보조금 지급정책이 미고착 소비자에 대한 상용업 소프트웨어의 시장점유율 x^* 와 상업용 소프트웨어의 가격 p^* 에 미치는 효과는 식 (2), 식 (3)으로부터 다음과 같음을 알 수 있다.

$$m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p} = \frac{-(m+1)}{2(2t-vN_u)} < 0, \quad (11)$$

$$m \frac{\partial p^*}{\partial v_o} - \frac{\partial p^*}{\partial v_p} = \frac{-(m+1)t}{2t-vN_u} < 0. \quad (12)$$

즉 정부의 보조금 지급으로 오픈소스 소프트웨어에 대한 이용은 증가되고, 상업용 소프트웨어의 가격은 하락한다.

이제 정부의 보조금 지급으로 인한 소비자 후생의 변화를 살펴보자. 후생변화의 측면에서 소비자는 세 가지 부류로 구분될 수 있다. 우선 보조금이 지급되기 전에 오픈소스 소프트웨어를 사용하였던 소비자들로서, 이들은 보조금이 지급된 후에도 오픈소스 소프트웨어를 사용한다. 보조금 지급으로 이들은 m 씩의 금전적인 효과와 오픈소스 소프트웨어 이용자의 증가로 인한 $-vN_u[m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p}]$ 만큼의 추가적인 네트워크 효과를 누리게 된다.

두 번째 소비자 부류는 보조금이 지급된 후에도 계속 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자들이다. 이들 소비자의 경우 1원씩의 세금과 상업용 소프트웨어 이용자의 감소로 인한 네트워크 효과의 감소 등으로 손해를 보는 측면도 있으나, 반면 상업용 소프트웨어의 가격 인하로 인해 후생이 증가하는 측면도 발생한다. 식 (11), 식 (12)를 이용하여 정부의 보조금 지급이 이들 소비자의 후생에 미치는 효과를 살펴보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} m \frac{\partial U^*_{PS}(x)}{\partial v_o} - \frac{\partial U^*_{PS}(x)}{\partial v_p} &= vN_u \left[m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p} \right] - \left[m \frac{\partial p^*}{\partial v_o} - \frac{\partial p^*}{\partial v_p} \right] - 1 \\ &= \frac{-(m+1)vN_u}{2(2t-vN_u)} + \frac{(m+1)t}{2t-vN_u} - 1 = \frac{m+1}{2(2t-vN_u)} (2t-vN_u) - 1 = \frac{m-1}{2} \end{aligned}$$

그런데 $m > 1$ 의 조건은 $N_p + x'N_u > N_o + (1-x')N_u$ 의 조건과 일치하므로 이들 소비자의 후생변화는 보조금이 지급된 후 어떤 소프트웨어의 시장점유율이 더 높냐에

달려있다. 그런데 보조금이 지급되면 식 (11)에서 보듯이 상업용 소프트웨어의 이용자 수가 감소하므로, 즉 $x^* > x'$ 이므로 $N_p + x'N_u > N_o + (1-x')N_u$ 이 성립하면 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 은 자동적으로 성립한다. 따라서 현재 상업용 소프트웨어의 이용자가 오픈소스 소프트웨어의 이용자보다 많고, 정부의 보조금 지급 후에도 이러한 상태가 유지된다면 보조금 지급은 상업용 소프트웨어를 이용하는 소비자들의 후생을 증가시키게 된다. 그러나 정부 보조금 지급 후 오픈소스 소프트웨어의 이용자가 상업용 소프트웨어 이용자보다 더 많아지는 결과가 초래된다면, 즉 $N_p + x'N_u < N_o + (1-x')N_u$ 이 되면 상업용 소프트웨어 이용자의 후생은 감소한다.

마지막으로 세 번째 부류의 소비자는 보조금이 지급되기 전에는 상업용 소프트웨어를 사용하다가 보조금 지급 후에는 오픈소스 소프트웨어를 이용하는 소비자들이다. 이들의 후생변화는 두 번째 부류의 소비자들, 즉 보조금 지급 후에도 계속 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자들의 후생변화와 밀접한 관계가 있다. 결론적으로 보조금 지급 후에 상업용 소프트웨어 이용 소비자의 후생이 증가하는 경우, 즉 $N_p + x'N_u > N_o + (1-x')N_u$ 인 경우 세 번째 부류의 소비자의 후생 또한 증가한다. 그 이유는 간단하다. 세 번째 부류의 소비자가 만약 보조금 지급 후에도 오픈소스 소프트웨어를 이용하는 대신 계속해서 상업용 소프트웨어를 사용했다라면 이들의 순효용은 이전보다 증가한다. 그러나 이들이 보조금 지급 후에 오픈소스 소프트웨어로 전환한 것은 전환했을 때의 순효용이 더 높기 때문이다. 따라서 이들의 순효용은 증가한다. 그러나 $N_p + x'N_u < N_o + (1-x')N_u$ 의 경우에는 이들 세 번째 부류의 소비자는 그 위치 x 에 따라 후생이 증가할 수도 있고, 감소할 수도 있다.

다음의 Lemma 2은 세 번째 부류의 소비자의 후생변화를 정리한 것이다. 우선 편의를 위해 몇 가지 표기를 소개한다. 보조금이 지급되기 전의 균형을 이전과 같이 x^* , 그리고 보조금이 지급된 후의 균형을 x' 로 표기하면 세 번째 부류의 소비자는 바로 그들의 위치가 $x \in [x', x^*]$ 인 소비자들이다. 보조금이 지급된 전 소비자 x 가 상업용 소프트웨어를 사용할 경우와 오픈소스 소프트웨어를 사용할 경우 얻게 되는 순효용을 각각 $U^*_{PS}(x)$, $U^*_{OSS}(x)$ 라 하자. 그리고 보조금이 지급된 후 소비자 x 의 순효용은 각각 $U'_{PS}(x)$, $U'_{OSS}(x)$ 로 표기하자.

Lemma 2 :

- i) $N_p + x'N_u > N_o + (1-x')N_u$ 인 경우, $U'_{OSS}(x) > U^*_{PS}(x) \quad \forall x \in [x', x^*]$ 이 성립한다.
- ii) $N_p + x'N_u < N_o + (1-x')N_u$ 인 경우에는 $x' \in [x', x^*]$ 이 존재하여 $U'_{OSS}(x) <$

$U^*_{PS}(x) \forall x \in [x', x'']$, $U'_{OSS}(x) > U^*_{PS}(x) \forall x \in [x', x^*]$ 이 성립한다.

(증명) 우선 x' 의 정의에 의해 $U'_{OSS}(x') = U^*_{PS}(x')$ 이 성립한다. 그런데 $N_p + x'N_u > N_o + (1-x')N_u$ 인 경우 상용 소프트웨어 이용자의 후생은 증가하므로 $U'_{PS}(x') > U^*_{PS}(x')$ 이 성립한다. 한편 $x > x'$ 이면 $U'_{OSS}(x) > U'_{OSS}(x')$, $U^*_{PS}(x') > U^*_{PS}(x)$ 가 성립한다. 따라서 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 인 경우 $U'_{OSS}(x) > U'_{OSS}(x') = U^*_{PS}(x') > U^*_{PS}(x) > U^*_{PS}(x) \forall x \in [x', x^*]$ 의 관계가 성립한다. ii)는 순효용의 연속성을 이용하면 쉽게 확인할 수 있다.

(증명 끝)

위의 논의를 종합하면 오픈소스 소프트웨어 사용에 대한 보조금 지급이 소비자 후생에 미치는 효과를 다음과 같이 정리할 수 있다. 앞절과 마찬가지로 여기에서도 $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 즉 $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 의 경우만을 다룬다.

(명제 5) $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 이 성립한다고 하자.

- i) 보조금 지급 후에도 상업용 소프트웨어 이용자가 오픈소스 소프트웨어 이용자보다 더 많은 경우, 즉 $N_p + x'N_u > N_o + (1-x')N_u$ 인 경우, 오픈소스 소프트웨어 이용자에 대한 정부의 보조금 지급은 모든 소비자의 후생을 증가시킨다.
- ii) 그러나 보조금 지급 후 오픈소스 소프트웨어 이용자가 더 많아진 경우, 즉 $N_p + x'N_u < N_o + (1-x')N_u$ 인 경우, 정부 보조금 지급은 상용 소프트웨어 이용자의 후생을 감소시키고, 전체 소비자 후생(개별 소비자 순효용의 합)의 증감에 대해서는 일반화 할 수 없다.

한편 정부의 보조금 정책이 상업용 소프트웨어 회사의 이윤, $\Pi^* = p^*[N_p + x^*N_u]$ 에 미치는 효과는 자명하다. 보조금 지급으로 상업용 소프트웨어의 시장점유율과 가격이 모두 하락하므로 상업용 소프트웨어 회사의 이윤은 분명 감소한다. 보다 구체적으로 이윤의 감소분을 정리하면 다음과 같다.

$$m \frac{\partial \Pi^*}{\partial v_o} - \frac{\partial \Pi^*}{\partial v_p} = p^*N_u \left[m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p} \right] + \left[m \frac{\partial p^*}{\partial v_o} - \frac{\partial p^*}{\partial v_p} \right] [N_p + x^*N_u] \quad (13)$$

등호 우변의 첫 번째 항은 시장점유율 감소로 인한 이윤 감소분이고, 두 번째 항은 가격인하로 인한 이윤 감소분이다.

총 사회후생 변화분 (ΔW)는 소비자 후생 변화분과 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 변화분의 합이다. 그런데 정부의 보조금 지급액이 미소량일 경우 세 번째 부류 소비자의 후생 변화는 무시할 수 있는 양이므로 총 사회후생 변화분은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta W = & [N_o + (1-x^*)N_u][m - vN_u(m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p})] \\ & + [N_p + x^*N_u][vN_u(m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p}) - (m \frac{\partial p^*}{\partial v_o} - \frac{\partial p^*}{\partial v_p}) - 1] \\ & + p^*N_u[m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p}] + [m \frac{\partial p^*}{\partial v_o} - \frac{\partial p^*}{\partial v_p}][N_p + x^*N_u]. \end{aligned} \quad (14)$$

식 (14)의 등호 우변의 첫 번째 항은 오픈소스 소프트웨어를 이용하는 소비자들의 후생변화이고, 두 번째 항은 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자들의 후생변화이다. 세 번째 항과 네 번째 항은 각각 상업용 소프트웨어의 시장 점유율 하락과 가격 하락으로 인한 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소분이다. 그런데 오픈소스 소프트웨어 이용자들이 받는 총 보조금액 $[N_o + (1-x^*)N_u]m$ 은 상업용 소프트웨어 사용자들이 지불하는 총 세금액 $N_p + x^*N_u$ 와 일치한다. 또한 상업용 소프트웨어 가격인하로 인한 상업용 소프트웨어 사용자들의 후생 증가분 $-[m \frac{\partial p^*}{\partial v_o} - \frac{\partial p^*}{\partial v_p}][N_p + x^*N_u]$ 은 이로 인한 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소분과 정확히 상쇄된다. 따라서 총 사회후생 변화분은 시장점유율 변화로 인한 오픈소스 소프트웨어 사용자들의 후생 증가분, 상업용 소프트웨어 사용자의 후생 감소분, 그리고 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소분의 합으로 정리된다. 따라서 식 (14)는

$$\Delta W = N_u(m \frac{\partial x^*}{\partial v_o} - \frac{\partial x^*}{\partial v_p})[-v(N_o + (1-x^*)N_u) + v(N_p + x^*N_u) + p^*] \quad (15)$$

이 되며, $N_p + x^*N_u > N_o + (1-x^*)N_u$ 이기 때문에 ΔW 의 부호는 음수이다. 이를 정리하면 다음의 명제 6과 같다.

(명제 6) $v_p - v_o > (1 + \frac{2N_o}{N_u})t$ 이 성립하고 보조금 지급액 m 이 미소량일 경우 정

부의 보조금 지급으로 인한 전체 소비자 후생 증가분은 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소분에 미치지 못한다. 따라서 그 결과 전체 사회후생은 감소한다.

VI. 결 론

본 논문에서는 오픈소스 소프트웨어에 대한 두 가지 정부지원책의 경제적 효과를 살펴보았다. 우선 일부 공공기관에 대한 오픈소스 소프트웨어 사용 강제정책의 경우 전체 소비자 후생의 증감여부는 네트워크 효과의 크기에 달려있음을 발견하였다. 네트워크 효과의 크기가 작다면 Schmidt and Schnitzer(2002)의 결과와 마찬가지로 전체 소비자 후생은 감소한다. 반면 네트워크 효과의 크기가 크다면 전체 소비자 후생은 증가할 수 있다. 그러나 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소를 고려한 전체 사회후생은 감소하게 된다. 오픈소스 소프트웨어 사용자에게 대한 정부 보조금 지급 정책의 경우 모든 소비자의 후생은 증가하나, 그 증가분은 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 감소분에 미치지 못하여 전체 사회후생은 감소함을 알 수 있었다.

두 가지 정책 모두 전체 사회후생을 감소시키는 이유는 다음과 같다. 이들 정책은 모두 상업용 소프트웨어의 시장점유율과 가격을 변화시키고, 이를 통해 소비자 후생 및 기업의 이윤에 영향을 미친다. 특히 본 모형에서 시장점유율의 변화는 네트워크 효과를 통해 소비자의 후생에 직접적인 영향을 미친다. 그런데 한편 가격 변화를 통한 상업용 소프트웨어 이용자들의 후생변화와 기업의 이윤변화는 모형의 특성상 가격이 상승하든 하락하든 간에 정확히 상쇄된다. 결국 전체 사회후생 변화는 상업용 소프트웨어의 시장점유율 감소에 따른 상업용 소프트웨어 이용자들의 네트워크 효과 감소분과 오픈소스 소프트웨어 이용자들의 네트워크 효과 증가분의 상대적 크기에 좌우된다고 할 수 있다. 따라서 현재 상업용 소프트웨어를 사용하는 소비자들이 더 많다면 사회 전체적인 네트워크 효과는 감소하고, 사회 후생 또한 감소하게 되는 것이다.

그러나 전체 사회후생이 감소하게 된다는 결론은 본 모형에서 취하고 있는 특수한 가정에 기인한 바 크다. 본 모형에서 한 소비자는 소프트웨어를 한 단위만 구입하든가, 아니면 구입하지 않는다. 즉 본 모형은 완전 비탄력적인 수요를 상정하고 있다. 앞 문단에서도 잠깐 언급하였듯이 이 경우 네트워크 효과를 고려하지 않는

다면 가격변화로 인한 소비자 후생변화와 기업의 이윤변화는 정확히 상쇄되고, 따라서 전체 사회후생의 변화는 없게 된다. 이는 다소 비현실적인 설정이다. 만약 소비자가 가격에 따라 구매량을 달리하게 되는 보다 통상적인 가정을 취하게 되면, 정부정책으로 인한 가격하락이 전체 사회후생을 증가시킬 수도 있다. 그러나 이 경우에도 소비자의 가격탄력성이 그다지 높지 않다면, 전체 사회후생의 변화에 대한 본 논문의 결론은 유효하다고 할 수 있다.

한편 본 논문은 정책의 목표가 기업의 이윤을 포함한 전체 사회후생의 증가가 아니라 소비자 후생 증가라면 보조금 지급정책은 매우 효과적임을 보여준다. 특히 본 모형의 분석 결과 오픈소스 소프트웨어를 사용하는 소비자들에게 보조금을 지급하기 위해 상업용 소프트웨어에 세금을 부과한다고 하여도 상업용 소프트웨어를 이용하는 소비자들의 후생은 오히려 증가하였다. 이는 보조금 지급으로 인해 상업용 소프트웨어의 가격이 하락하고, 가격 인하폭이 세금징수분을 초과하기 때문이다. 한편 일부 공공기관에 대한 오픈소스 소프트웨어 사용 강요 정책은 네트워크 효과의 크기가 크고, 현재 상업용 소프트웨어에 고착된 소비자들이 상대적으로 많은 경우에만 전체 소비자 후생을 증가시킬 수 있었다.

본 논문의 한계로는 무엇보다도 동태적인 측면을 고려하지 않았다는 점을 지적하고 싶다. 소프트웨어 산업의 경우 전환비용이 소비자의 선택에서 매우 중요한 요소로 작용한다는 사실을 고려하면 현재 오픈소스 소프트웨어의 시장점유율을 정책적으로 높이는 것이 미래 소프트웨어 산업에서의 경쟁을 강화한다는 주장은 상당히 일리가 있다. 현재의 상업용 소프트웨어 사용자들은 높은 전환비용으로 인해 미래에도 상업용 소프트웨어를 사용할 경향이 강하므로 현재 이들이 압도적으로 많다면 미래 상업용 소프트웨어의 가격도 높을 것이기 때문이다. 우리 모형에서도 간단한 overlapping generation 모형을 가미하면 이런 사실은 쉽게 볼 수 있다. 즉 우리 모형을 2기로 확장하여 미래에는 현재 고착 소비자들은 사라지고 현재 미고착 소비자들은 현재 사용하는 소프트웨어에 고착된다고 가정하자. 그리고 N_u 만큼의 새로운 미고착 소비자 그룹이 나타난다고 가정하자. 그러면 미래의 상업용 소프트웨어 가격은 균형가격 p^* 에서 볼 수 있듯이 미래의 고착 소비자의 크기, 즉 현재의 x^*N_u 가 클수록 높게 된다. 따라서 현재 상업용 소프트웨어의 시장점유율을 낮추는 정책은 미래 상업용 소프트웨어의 가격을 낮추는 효과가 있다.

[참고문헌]

- 김정호(2004), “오픈소스 소프트웨어 지원 논리의 경제학적 평가,” 『2004년 한국 산업조직학회 정책세미나』.
- 안일태·윤기호(2005), 『지식정보사회의 지적재산권과 경제정책』, 정보통신정책연구원
- Economides, Nicholas(1996), “Network Externalities, Complementarities, and Invitations to Enter,” *European Journal of Political Economy*, 12.
- Katz, M. and C. Shapiro(1985), “Network Externalities, Competition, and Compatibility,” *American Economic Review*, 75. 424-440.
- Lerner, Josh, and Jean Tirole(2002), “Some Simple Economics of Open Source,” *Journal of Industrial Economics*, 50, 197-234
- Schmidt, Klaus, and Monika Schnitzer(2002), “Public Subsidies for Open Source? Some Economic Policy Issues of the Software Market,” Mimeo.
- Steven Weber(2000), “The Political Economy of Open Source Software,” BRIE Working Paper 140, E-conomy Project™ Working Paper 15.

[부록] 명제 4의 증명

식 (2), 식 (3)을 이용하여 $\Pi^* = p^*[N_b + x^*N_u]$ 를 계산하면 결국 $\Pi^* = \frac{N_u}{2t}(p^*)^2$ 로 쓸 수 있다. 따라서 상업용 소프트웨어 회사의 이윤 변화분은

$$\begin{aligned} \Delta\Pi &= \frac{\partial\Pi^*}{\partial N_o} - \frac{\partial\Pi^*}{\partial N_u} = \frac{N_u}{t} p^* \left[\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} \right] - \frac{1}{2t} (p^*)^2 \\ &= \frac{p^*}{2t} \left[2N_u \left(\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u} \right) - p^* \right] \end{aligned}$$

이 된다. 식 (5)와 식 (2)에 있는 $\frac{\partial p^*}{\partial N_o} - \frac{\partial p^*}{\partial N_u}$ 와 p^* 의 표현을 대입하여 위의 식을 정리하면

$$\begin{aligned} \Delta\Pi &= \frac{p^*}{2(2t - vN_u)^2} \left[N_u(N_u + N_b + N_o)v^2 - N_u \left(a - t + \frac{4tN_b}{N_u} - \frac{2tN_o}{N_u} \right) v \right. \\ &\quad \left. - 2at - 2t^2 + \frac{4t^2N_b}{N_u} \right], \\ \text{단 } a &= v_p - v_o. \end{aligned}$$

이 된다. $\Delta\Pi$ 의 부호는 등호 우변의 [] 안에 있는 v 의 이차식의 부호와 일치한다. 이 이차식을 $g(v)$ 라 하자. $g(0) = -2at - 2t^2 + \frac{4t^2N_b}{N_u}$ 의 부호는 가정 1, 또는 Lemma 1의 (i)에 의해 항상 음수이다. 한편 $g(v)$ 를 $v = \frac{2t}{N_u}$ 에서 평가한 값은 $g(\frac{2t}{N_u}) = -4t^2[a - (1 + \frac{2N_o}{N_u})]$ 인데, 우리가 다루고 있는 경우는 $a > 1 + \frac{2N_o}{N_u}$ 이므로 $g(\frac{2t}{N_u})$ 의 부호 또한 음수이다. 그런데 $a > 1 + \frac{2N_o}{N_u}$ 인 경우 v 의 상한 $\bar{v} = \frac{(3 + \frac{2N_b}{N_u})t - a}{N_u + N_b - N_o}$ 은 $\frac{2t}{N_u}$ 보다 작으므로 $g(v)$ 는 $[0, \bar{v}]$ 의 구간에서 음수이다. 따라서 $\Delta\Pi$ 의 부호 또한 음수이다.

[Abstract]

Economic Effects of Government's Supports for Open Source Software

Illtae Ahn

This paper examines the economic effects of direct or indirect governmental supports for open source software. To Schmidt and Schnitzer (2002), we incorporate the network effects, which are crucial features of software markets. We consider two kinds of governmental supports for open source software. The first one is to force or encourage some government's agencies or schools to adopt the open source software, while the second one is to subsidize the open source software users. How the first policy affects the consumers' surplus depends on the size of the network effects in the market. If the network effects are sufficiently large, the consumer surplus will be increased. Otherwise, the consumers as a whole will be worse off. On the other hand, the second policy will increase the welfare of all the consumers. However, both policies will reduce the social welfare that takes the firm's profits into account. The last result heavily depends on the specific assumption of the model.

Keywords: Open Source Software, Proprietary Software, Network Effects, Consumer Lock-in