

## 양면시장형 컨버전스 산업생태계에서 플랫폼 경쟁에 관한 진화게임 모형\*

김도훈\*\*

### An Application of Evolutionary Game Theory to Platform Competition in Two Sided Market

Dohoon Kim\*\*

#### ■ Abstract ■

This study deals with a model for platform competition in a two-sided market. We suppose there are both direct and indirect network externalities between suppliers and users of each platform. Moreover, we suppose that both users and suppliers are distributed in their relative affinity for each platform type. That is, each user [supplier] has his/her own preferential position toward each platform, and users [suppliers] are horizontally differentiated over  $[0, 1]$ . And for analytical tractability, some parameters like direct and indirect network externalities are the same across the markets. Given the parameters and the pricing profile, users and suppliers conduct subscription game, where participants select the platform that gives them the highest payoffs. This game proceeds according to a replicator dynamics of the evolutionary game, which is simplified by properly defining gains from participant's strategy in the subscription game. We find that depending on the strength of these network effects, there might either be multiple stable equilibria, at which users and suppliers distribute across both platforms, or one unstable interior equilibrium corresponding to the market tipping in favor of either platform. In both cases, we also consider the pricing power of competing platform providers under the framework of the Stackelberg game. In particular, our study examines the possible effects of the type of competition between platform providers, which may constrain the equilibrium selection in the subscription game.

Keyword : Platform Competition, Two-sided Market, Direct Network Externality, Indirect network Externality, Evolutionary Game, Replicator Dynamics, Off-equilibrium Dynamics, Unstable Equilibrium, Market Tipping

논문접수일 : 2010년 11월 11일    논문게재확정일 : 2010년 12월 07일

논문수정일(1차 : 2010년 12월 07일)

\* 본 논문은 2010년도 한국경영과학회 추계학술대회 경쟁부문에 제출하여 최우수논문상을 수상한 논문임.  
논문의 내용을 일부 보완, 확장한 논문이며, 소정의 심사과정을 거쳐 게재 추천되었음.

이 논문은 2009년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2009-332-20091180).

\*\* 경희대학교 경영대학

## 1. 서론

산업 간 혹은 제품 및 서비스 간 경계를 낮추는 컨버전스(convergence) 시대에 진입하면서 ‘가치사슬(value chain)’이나 ‘산업구조(industry structure)’와 같이 일차원적 관계를 나타내는 표현보다는 ‘산업생태계(industrial ecosystem)’라는 용어가 더 많이 사용되고 있다. ‘산업생태계’라는 말이 단지 한때의 유행어에 지나지 않고 시대의 흐름을 제대로 반영하는 전문 용어로 남기 위해서는 이에 대한 보다 명확한 정의와 그 사용에 적합한 맥락이 규정되어야 할 것이다. 본 논문에서 용어에 관한 이슈를 다루지는 않을 것이나, 산업생태계를 논할 때 필수적인 구성요소 중의 하나가 바로 플랫폼(platform)임을 강조할 필요는 있다. 플랫폼은 그 자체가 궁극적인 서비스는 아니지만 이를 통해 서비스를 가능하게 한다는 점에서, 가치활동의 연계로서의 생태계라는 개념과 자연스럽게 연결되기 때문이다[1].

현재 가장 성공적인 플랫폼의 예로 iPhone이 거론되면서 Apple사의 플랫폼 전략이나 생태계 관리에 대한 논의가 활발한 것이 플랫폼과 산업생태계의 관계를 잘 드러내는 것이라고 하겠다. iPhone은 휴대전화의 개념을, 통신을 위한 단순한 단말에서 다양한 부가서비스가 제공되는 플랫폼으로 전환시켰다. 이에 따라 이동통신산업 전반에 대한 변화까지 초래되고 있는 실정이다. 최근까지도 망사업자를 중심으로 수직적으로 잘 연계된(walled garden) 전략이 시장을 주도하였으나, iPhone과 같은 스마트폰(smart phone)이 도입된 이후, 이동통신산업은 개방형 플랫폼(open platform)을 중심으로 한 산업생태계로 급속히 재편되고 있다.

그렇다고 해서 비단 첨단 정보통신 분야에서만 플랫폼 개념이 적용되는 것은 아니다. 우리가 익숙한 신용카드와 출판 분야에서도 플랫폼이라는 개념은 오래 전부터 도입되어 왔다[8, 16] 등). 예를 들어, Parker and van Alstyne[16]은 전자출판에 가장 많이 활용되는 Adobe사의 Acrobat 프로그램이 플랫폼으로 어떻게 작용하는지 잘 보여주고 있다. Acro-

bat 그 자체는 일반적인 출판용 소프트웨어로, 전자문서를 작성·배포·전시하는 역할만을 할 뿐이지만, 이를 통해 개인 출판이나 온라인 출판 및 배포와 같은 다양한 서비스를 가능하게 되었다. 즉, Acrobat은 콘텐츠를 공급하는 출판 부문과 이를 수요하는 다양한 독자를 연결하는 주요 채널이 되면서 그 나름대로의 독특한 생태계를 창출하였다.

이상의 사례로부터 컨버전스 환경에서 플랫폼 중심의 산업생태계는 대표적인 산업 구성방식(industrial configuration)이 될 것임을 알 수 있다. 그런데 이러한 구성방식은 플랫폼을 매개로 공급자(supplier)와 사용자(user)를 연결한다는 점에서 양면시장(two-sided market)적 특성을 보이는 경우가 많다. 먼저, 양면시장과 플랫폼 경쟁에 관한 그 동안의 연구결과를 간단히 정리한 다음, 본 논문에서 다루려는 주제와 대상을 소개한다.

### 1.1 문헌 연구

양면시장은 상이한 두 그룹 사이에 플랫폼을 매개로 한 간접적 네트워크효과(indirect network effect) 또는 간접적 네트워크외부성(indirect network externality)이 작용하는 산업생태계이다. 여기서 플랫폼을 매개로 연결되는 두 그룹을 각각 측면시장(sided market)으로 부른다. 두 시장이 플랫폼을 통해 연결되어 하나의 서비스가 완성된다는 점에서, 보완적 공급자에 의해 하나의 서비스가 완성되는 시스템 시장(systems market[13]) 모형과도 유사해 보인다. 그러나 후자는 단일 시장(one-side market)을 대상으로 하여 플랫폼 기능이 없다는 점에서 양면시장과 차별화된다.

양면시장에서는 특히, 간접적 네트워크효과로 인하여 한 측면시장의 크기가 반대편 시장의 규모에도 영향을 받게 된다. Armstrong[3], Caillaud and Jullien[5], Eisenmann et al.[8], Evans[9], Hagiu[11], Parker and van Alstyne[16], Rochet and Tirole[18, 19] 등에서는 양면시장의 개념이 두 종류의 그룹(시장)을 서로 연결시켜 거래가 가능하도록 하

는 플랫폼이 존재할 경우 성립될 수 있음을 명확히 밝히고 있다. 특히, 다음 세 가지 요소가 양면시장이 성립하기 위한 조건으로 거론된다: 1) 뚜렷하게 구분되나 서로 관련되는 두 종류의 그룹(측면시장), 2) 간접적 네트워크외부성[13]의 존재, 3) 한 쪽의 그룹 스스로는 간접적 네트워크효과를 내부화(internalize)할 수 없기 때문에 플랫폼이라 불리는 제 3의 매개체(intermediary) 혹은 이를 공급하는 사업자.

Armstrong[3] 및 Rochet and Tirole[19]는 양면시장에서 가격수준(price level)과 가격구조(price structure)를 고찰하면서, 양면시장의 성립가능성을 더욱 엄격하게 규정한다. 즉, 수수료가 부가세처럼 어느 일방에만 부과되어도 전체 시장구조에 변화가 없으면, 기존의 단면시장과 큰 차이가 없다고 본다. 이들 연구에서는 각 시장에서의 수요탄력성(demand elasticity)에 따른 플랫폼사업자의 이익극대화 가격 전략을 제시하고 있는데, 이는 Eisenmann et al.[8]과 Parker and van Alstyne[16] 등의 결과와도 어느 정도 일치한다. 대표적인 예로, 앞에서 언급한 Adobe사는 일반사용자 시장에서는 무료로 가격을 책정하면서 출판 시장(콘텐츠 공급자)에서는 높은 가격을 책정하여 전체 이익을 극대화시키고 있다.

Caillaud and Jullien[5]와 Economies and Tag[6]에서는 두 개의 경쟁하는 플랫폼을 양면시장 관점에서 분석하였다. Hagiü[11]는 간접적 네트워크효과에 추가적으로 특정 시장 내에서의 경쟁에 따른 음의 네트워크외부성(negative network externality) 혹은 경쟁효과(congestion effect)를 반영하는 모형을 제시하였다. 김도훈[2] 및 Kim and Musacchio[15]는 최근에 제기된 망중립성(net neutrality) 이슈를 양면시장에서 두 개의 플랫폼을 운영하는 독점적 플랫폼사업자의 관점에서 분석하였다.

이상의 문헌에서는 양면시장에서 플랫폼사업자의 가격정책에 초점을 맞추고 있다. 플랫폼사업자의 긍정적 역할은 간접적 네트워크외부성을 내부화할 수 있다는 점이다. 이를 통해 양대 시장 모두를 확대시킬 수가 있기 때문에 플랫폼사업자가 독점적 지위에 있더라도 이익극대화를 위한 가격정책이 사

회후생(social welfare)에 반드시 부정적인 영향만을 미치는 것은 아니다. 예를 들어, Hagiü[11]는 시장 확대를 통한 사회후생의 증가가 독점적 사업자의 사장손실(deadweight loss)을 초과할 수 있는 경우를 보여주고 있다. 가격전략 관점에서 차별화된 경쟁 플랫폼에 대한 분석도 Armstrong[3], Economies and Tag[6], Rochet and Tirole[19] 등에서 시도된 바 있다. 또한 거의 모든 기존 연구는 정태적 분석(static analysis)에 해당되며, 동태성(dynamics)에 대한 분석은 매우 제한적이다.

## 1.2 연구 내용과 논문 구성

본 연구에서는 양면시장에서 두 개의 경쟁하는 플랫폼이 존재할 때, 각 시장에서의 균형상태(equilibrium states)를 분석한다. 즉, A와 B라는 두 플랫폼사업자가 각자 자신의 플랫폼을 통하여 공급자와 사용자를 연결하는 매개자(intermediary)로서 기능하는 산업생태계를 생각해 보자(제 2장의 <그림 1> 참조). 이는 Armstrong[3], Eisenmann et al.[8], Hagiü[11] 등이 나이트클럽, 신용카드, 오픈소스(open source) 등의 사례를 바탕으로 발전시켰던 모형과 거의 동일하다. 특히, 다음과 같은 측면에서 본 논문의 산업생태계는 양면시장으로 볼 수 있다. 첫째, 양면시장 모형에서 핵심적 구성요소인 간접적 네트워크외부성 혹은 네트워크효과를 플랫폼 경쟁에 도입한다. 둘째, 균형에서의 공급자 및 사용자 규모가 내생적으로(endogenously) 결정된다는 점에서 Armstrong[3], Hagiü[11] 등의 모형과 동일하다.

그러나 가격 경쟁(price competition)에 더하여 비가격적 요인을 고려한다는 점에서 본 연구는 상기한 기존 연구들과 차별화된다. 예를 들어, 특정 플랫폼사업자가 기술적 특성이나 서비스 품질(QoS, Quality of Service)과 같은 비가격적 측면에서 경쟁 사업자에 비해 우위에 있을 때, 시장 균형에 영향을 미치는 제반 요인들에 관심을 가진다. 이를 위하여, Armstrong[3] 및 Rochet and Tirole[18] 등과 달리, 전체 양면시장 모형을 계층적으로 구분하

여 가격 경쟁과 비가격 경쟁을 체계적으로 다룬다. 모형의 계층화는 플랫폼 차별성을(하위 단계에서) 보다 구체적으로 모형화하기 위함이다. 이 단계의 모형에서 플랫폼사업자가 공급자와 사용자에게 부과하는 최적 가격(optimal price)<sup>1)</sup>은 내생적으로 결정되지는 않으며, 상위 단계로부터 외생적으로 주어지는 파라미터로 반영된다. 이 때 균형으로 수렴하는 과정은 양대 시장에서 가입게임(subscription game)에 의해 결정된다. 기존의 양면시장 연구들이 [15]를 제외하고서는 가입게임 관점에서 모형화를 시도하지 않았다는 측면에서 본 연구는 차별성을 가진다.

또한 본 연구는, 진화게임(evolutionary game)에서의 동태성을 고려하기 때문에 Kim and Musacchio [15]를 포함한 상기한 기존 연구들과 본질적으로 다른 접근법을 취한다(진화게임에 대한 소개와 이론적 전개에 대해서는 Friedman[10], Gintis[12], Robson[17], Sigmund and Nowak[20] 등을 참조). 예를 들어, 기존의 연구들은 정규성(regularity) 가정에 의해 안정적 균형(stable equilibrium)의 존재를 암묵적으로 가정하는 경향이 있는데 반하여, 본 연구는 이러한 가정을 전제하지 않는다. 특히, 동태적 균형(dynamic equilibrium)에 대한 분석을 통하여 균형의 안정성에 대한 조건을 검토하며, 현실적으로 실현가능성이 높은 균형의 유형에 대해 살펴 본다. 이러한 분석을 바탕으로, 경우에 따라서는 안정적 균형보다는 불안정한 균형(unstable equilibrium)이 플랫폼 경쟁에 대해 보다 현실적이고 풍부한 시사점을 제공함을 알 수 있다.

연구모형은 크게 2단계로 구성된다. 상위 단계에서는 플랫폼사업자 간 경쟁에 의해 가격정책이 결정된다. 본 연구에서는 사업자 간 차별성(기술적 우위성 등)의 영향력에 초점을 맞추고 있기 때문에, Stackelberg 유형의 비대칭적 게임이 이 단계에서

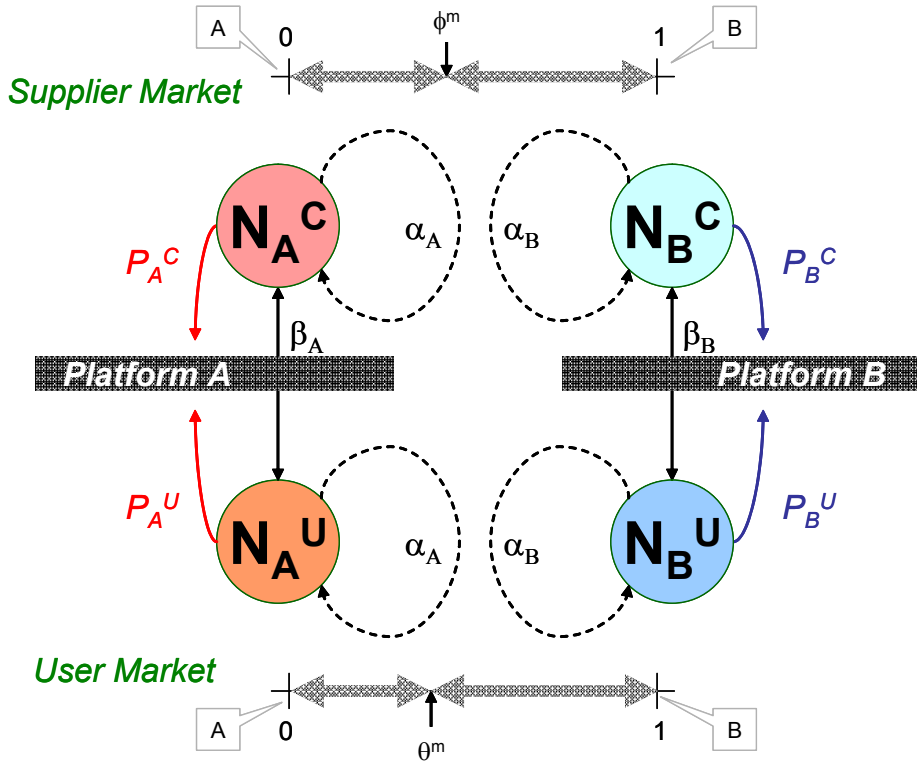
진행된다고 전제한다. 가격정책이 주어지면 하위 단계에서는 양대 시장에서 참여자들이 각자의 선호도에 따른 플랫폼 가입게임을 벌인다. 이 단계에서의 균형은 동태적으로 결정되는데, 진화게임에서의 동태적 복제식(replicator dynamics)을 방법론으로 차용한다. 동태적 균형화 과정은 균형의 존재뿐만 아니라 안정성도 분석할 수 있도록 함으로써, 상위 단계에서의 가격정책의 유효성을 검증하는데 반영될 것이다. 또한 정태적 분석의 한계를 넘어서 보다 현실적인 반응 및 조정 과정(adjustment process)을 고려함으로써 다양한 시사점을 얻을 수 있다.

실제 논문의 구성은 위 모형과는 반대의 순서로 기술된다. 즉, 하위 단계를 먼저 분석한 다음에 상위 단계의 분석으로 넘어가는데, 이러한 순서는 다단계 게임(multi-stage game)을 분석하는 일반적인 방법이다. 논문의 전반적 구성을 소개하면 다음과 같다. 먼저, 제 2장에서는 두 종류의 플랫폼이 서로 경쟁하는 양면시장 모형을 제공한다. 양대 시장은 콘텐츠 공급자와 이에 대한 수요자로 구성되는데, 이를 각각 공급자시장(supplier market)과 사용자시장(user market)이라고 부를 것이다. 각 시장에 참여하는 공급자 및 수요자와 플랫폼 사업자들의 이득함수(payoff function)도 여기서 정의된다. 제 3장은 균형에 대한 정의와 하위 단계 게임을 다룬다. 진화게임의 동태성 분석을 통해 균형의 안정성과 균형상태의 의미를 주로 고찰할 것이다. 상위 단계에서 플랫폼 사업자 간 Stackelberg 게임은 제 4장에서 소개된다. 하위 단계에서 분석된 균형의 유형과 특성에 비추어 볼 때, 플랫폼 사업자의 가격정책의 유효성과 전략에 대해 논의할 것이다. 제 5장에서 전체 모형에 대한 실험 예를 통해 모형과 실험 결과가 함의하는 현실적 시사점에 대해 논의하고, 다음 절에서 결론을 맺는다.

## 2. 양면시장에서의 플랫폼 가입게임 (Subscription Game)

플랫폼  $i$ 에 가입하는 공급자와 사용자의 수를 각

1) 보다 정확하게 구분한다면 최적 가입료(optimal membership fee)에 해당되나, 본 연구의 목적에 비추어 볼 때 상세히 구분하지 않고 최적 가격이라고 불러도 무방하다.



[그림 1] 양면시장에서 플랫폼 경쟁 모형

각  $N_i^S$ 와  $N_i^U$ 라고 하자. 예를 들어, 플랫폼 A에 가입된 공급자와 사용자는 각각  $N_A^S$ 와  $N_A^U$ 로 표현된다. 각 플랫폼에 대하여 공급자와 사용자 모두  $[0, 1]$  구간에서 수평적으로 차별화되어 있으며(horizontally differentiated), 사용자의 경우  $\theta \in [0, 1]$ , 공급자의 경우  $\phi \in [0, 1]$ 으로 개별적 선호도(위치)를 구별한다(즉, 그 위치가 0에 가까울수록 플랫폼 A를 선호하는 것이다). 또한 사용자와 공급자는 그들의 위치에 따라 특정 플랫폼을 사용할 때 비용이 발생한다. 예를 들어, 사용자  $\theta$ 가 플랫폼 A를 선택할 경우 자신의 위치에 비례한  $t_A \cdot \theta$ 의 제반 비용이 발생하며, B를 선택하면  $t_B \cdot (1-\theta)$  만큼의 거래비용(transaction costs)<sup>2)</sup>이 수반된다. 공급자  $\phi$ 의 경

우에도 위와 비슷하다(아래 수식화된 모형 참조).  $t_A$  및  $t_B$ 는 플랫폼별 특성을 반영하는 파라미터로, 플랫폼에 따른 QoS, 이용특성 등의 차이를 대변한다고 볼 수 있다. 각 사업자는 단기적으로 이를 조정할 수 없다고 가정한다.<sup>3)</sup>

공급자와 사용자, 플랫폼별 서비스는 모두 연속적(divisible)이라고 가정할 때, 사용자  $\theta$ 와 공급자  $\phi$ 의 플랫폼  $i$ 에 대한 선호도를 각각  $\mu_i(\theta)$  및  $\pi_i(\phi)$ 로 표기하자. 또한 수요자중심적(user-oriented) 차

2) Hotelling 식으로 부른다면 수송비용(transportation cost)으로 불러야 하겠지만, 본 연구모형에서는 거래비용으로 해석하는 것이 더 적절하다.

3) 물론 장기적으로 이를 조정하는 것은 가능하다. 그러나 이 경우 조정비용까지 고려하여야 보다 현실적인 모형이 될 것이다. 양면시장에 대한 동태적 모형에서 이러한 현실성까지 반영하는 것은 분석 자체를 불가능하게 만들 가능성이 높다. 이러한 이유에서 본 연구에서는 주요 파라미터들을 고정된 상수(constant)로 취급할 것이다. 실험에서는 파라미터에 대한 what-if 분석을 시도하여 상수 가정에 따른 모형의 한계를 어느 정도 극복할 수 있다.

별성을 정의하기 위하여, 먼저  $[0, 1]$  구간에서 사용자  $\theta$ 와 공급자  $\phi$ 의 분포함수(distribution function)  $G_U(x)$ 와  $G_S(x)$ 를 다음과 같이 정의하자. 즉,  $G_U(x) = \Pr(\theta \leq x)$  및  $G_S(x) = \Pr(\phi \leq x)$ . 양대 시장(공급자 및 사용자 시장)에서 해당 플랫폼에 가입된 상대적 점유율(platform share)만이 중요하다고 한다면, 양대 시장의 규모  $N_U$  및  $N_S$ 를 각각 1로 정규화(normalize)할 수 있다. 이제  $x_i$ 와  $y_i$ 를 각각 플랫폼  $i$ 의 사용자 및 공급자시장에서의 점유율(market share)이라고 하자. 또한 양대 시장은 완전히 포화되어(saturated) 있다고 하자. 이 경우 각 시장에서 플랫폼에 대한 선호가 무차별적인 위치의 가입자가 존재하게 되는데, 이를 각각  $\theta^m$ 과  $\phi^m$ 으로 표현할 것이다(이러한 가입자에 대해서는 뒤에서 보다 자세히 소개된다). 따라서  $N_A^U = x_A = G_U(\theta^m)$ ,  $N_A^S = y_A = G_S(\phi^m)$ ,  $N_B^U = 1 - x_A = 1 - G_U(\theta^m)$ ,  $N_B^S = 1 - y_A = 1 - G_S(\phi^m)$ 이다.

수요자중심적 차별성은 분포함수  $G_U(x)$ 와  $G_S(x)$ 의 편도(skewness)로 대변된다고 하자. 즉, 수요자의 선호가 애초부터 플랫폼 A로 치우친다면 왼쪽으로 편향된 분포일 것이며, 플랫폼 B로 기울 경우 오른쪽으로 편향된 분포일 것이다. Hotelling 모형에서와 같이 편향성이 없는 균일분포(uniform distribution)일 경우,  $N_A^U = x_A = \theta^m$ ,  $N_A^S = y_A = \phi^m$ ,  $N_B^U = 1 - x_A = 1 - \theta^m$ ,  $N_B^S = 1 - y_A = 1 - \phi^m$ 으로 단순화된다. 본 연구에서는 Hotelling식 접근에 따라 균일분포를 적용한다.

양면시장의 특성에 따라 플랫폼 A와 B에서는 공급자 시장과 사용자 시장 사이에 간접적 네트워크 효과가 각각  $\beta_A$ 와  $\beta_B$ 의 크기로 작용한다( $\beta_i > 0$ ). 플랫폼중심적(platform-oriented) 차별성은 경쟁 플랫폼간의 태생적 차이를 의미하는데, 특정 플랫폼이 경쟁 플랫폼에 비하여 QoS 측면에서 우월하거나, 사용하기에 편리한 경우 등이 이에 해당한다. 예를 들어, 김도훈(2009)은 인터넷과 관련된 양면시장의 예에서 차세대 인터넷(next generation Internet)의 QoS가 기존의 최선형(best effort) 인터넷에 비해 우위에 있는 경우를 다루고 있다. 본 연구에서는 어떤

플랫폼이 경쟁 플랫폼에 비해 플랫폼중심적 차별성을 보일 경우, 해당 플랫폼의 간접적 네트워크의 부성이 경쟁 플랫폼의 그것에 비해 크다고 가정한다.

- 사용자시장에서의 효용함수(utility payoffs)

$$\mu_A(\theta) = \alpha_A^U x_A + \beta_A^U y_A - t_A \theta - P_A^U \quad (1-1)$$

$$\mu_B(\theta) = \alpha_B^U x_B + \beta_B^U y_B - t_B(1 - \theta) - P_B^U \quad (1-2)$$

- 공급자시장에서의 이득함수(profit payoffs)

$$\pi_A(\phi) = \beta_A^S x_A + \alpha_A^S y_A - s_A \phi - P_A^S \quad (1-3)$$

$$\pi_B(\phi) = \beta_B^S x_B + \alpha_B^S y_B - s_B(1 - \phi) - P_B^S \quad (1-4)$$

위에서 제시된 기본모형을 바탕으로, 본 연구에서는 위 모형이 함의하는 바를 크게 손상하지 않는 범위에서 파라미터들에 대해 제한적인 가정함으로써 분석을 용이하게 하고자 한다. 먼저, 모든 사업자에 걸쳐서 양대 시장에서의 직접 및 간접적 네트워크 효과는 동일하다고 가정하자. 즉, 사업자 A의 경우,  $\alpha_A \equiv \alpha_A^U = \alpha_A^S$  및  $\beta_A \equiv \beta_A^U = \beta_A^S$ 이며, 이는 B도 마찬가지이다. 또한 플랫폼사업자 A와 B는 서로 경쟁하지만, 기술이나 QoS 등의 측면에서 태생적으로 플랫폼 A가 우월하다고 가정한다. 그리고 다른 조건이 동일하다면, 플랫폼 A의 태생적 우월성은, 직접 및 간접적 네트워크효과 측면에서 A가 B에 비해 크다는 것으로 표출된다. 즉,  $\alpha_A > \alpha_B$  및  $\beta_A > \beta_B$ . 여기서  $\alpha_B = \beta_B = 1$ 로 고정하여 분석의 편의를 도모한다(즉,  $\alpha \equiv \alpha_A > 1$  및  $\beta \equiv \beta_A > 1$ ).

이러한 맥락에서 플랫폼 B에 관한 거래비용  $t_B$  및  $s_B$ 도 모두 1의 값으로 고정하고, 플랫폼 A의 해당 파라미터  $t_A$  및  $s_A$ 와 비교하기로 한다. 기호의 남용을 막기 위해  $s \equiv s_B$  및  $t \equiv t_B$ 로 표기한다. 따라서  $s, t$ 가 1보다 큰 경우, 같은 경우, 작은 경우는, 각각(상대적으로 플랫폼 B에 비하여) 플랫폼 A를 대할 때 사용자 및 공급자가 느끼는 기술적 난이도가 크거나 같거나 작은 경우를 의미한다고 해석할 수 있다.<sup>4)</sup>

4) 기본모형에서  $s, t$  앞의 부호를 '+'로 하면,  $s, t$ 는 거래비용이 아니라 사용자와 공급자의 선호도 위치

〈표 1〉 사용자 및 공급자 이득함수(Payoff Functions)

	플랫폼 사업자 A의 양면시장		플랫폼 사업자 B의 양면시장
사용자시장	$\mu_A(\theta) = \alpha x_A + \beta y_A - t\theta - P_A$	vs.	$\mu_B(\theta) = x_B + y_B - (1-\theta) - P_B$
공급자시장	$\pi_A(\phi) = \beta x_A + \alpha y_A - s\phi - P_A$	vs.	$\pi_B(\phi) = x_B + y_B - (1-\phi) - P_B$

여기서  $\alpha, \beta > 1$ 이며,  $t, s > 0$ 이고,  $x_B = 1 - x_A$  및  $y_B = 1 - y_A$ 임.

본 연구에서는 양대 시장에서의 플랫폼 분할과 더불어 플랫폼 사업자 간 경쟁에 의한 가격차이  $\Delta P^U \equiv P_A^U - P_B^U$  및  $\Delta P^S \equiv P_A^S - P_B^S$ 에도 관심을 기울일 것이다. 여기서 플랫폼 사업자가 부담해야 할 비용은 무시하면, 플랫폼 사업자들은 이윤(profit)을 추구하는 것이 아니라 매출(revenue sales)을 놓고 경쟁하는 것으로 해석된다. Rochet and Tirole[19]는 가격구조가 양면시장의 행태를 결정하는 주요 요소를 보이고 있으나, Armstrong[3]의 지적대로 단순히 정액제(lump-sum) 형태의 가입료(subscription fee) 혹은 서비스 요금(service charge)만을 고려해도 양면시장의 특성은 충분히 유지될 수 있다. 따라서 분석을 어렵게 하는 복잡한 형태의 가격구조는 본 연구에서 고려하지 않기로 한다.

마지막으로, Kim and Musacchio[15]에서와 같이, 플랫폼 간 비용차이에만 집중하고자 시장 간 가격차이는 무시하도록 한다. 즉,  $P_i \equiv P_i^U = P_i^S$ 로( $i = A, B$ ) 단순화된다. 양면시장의 고유한 특징적 행태 중의 하나가, 가격배분(price allocation) 측면에서 한 시장이 다른 시장을 상호보조(cross-subsidization)하는 경우이므로[8, 16] 등), 위와 같은 가정은 매우 강한 제약으로 보일 수 있다. 그러나 본 연구의 목적이 시장 간 상호보조보다는 플랫폼 간 경쟁에서 차별화 유형과 정도가 동태적 균형(equilibrium dynamics)에 미치는 영향을 고찰하는 것에 있기 때문

에, 이렇게 다소 강한 가정은 보다 체계적인 분석을 통해 연구의 목적을 달성하기 위해서 불가피한 선택이다.

이상의 논의를 종합하여 주어진 가정하에서 사용자 시장과 공급자시장에서 효용 및 이득함수를 다시 정리하면 아래와 같다. 플랫폼사업자의 이익함수도 아래와 같이 정의한다.<sup>5)</sup>

- 플랫폼사업자의 이득함수

$$\Pi_A(x_A, y_A) = (x_A N_U + y_A N_S) \cdot P_A \quad (2-1)$$

$$\begin{aligned} \Pi_B(x_B, y_B) &= (x_B N_U + y_B N_S) \cdot P_B \\ &= (N - x_A N_U - y_A N_S) \cdot P_B \end{aligned} \quad (2-2)$$

여기서  $N$ 은 양대 시장에 존재하는 모든 참여자의 규모를 나타낸다. 즉,  $N \equiv N_U + N_S$ .

앞으로의 분석에서 중요한 역할을 하게 될 다음의 개념을 먼저 정의하자. 양 플랫폼에 걸쳐 동일한 선호도를 가지는 사용자  $\Theta^m$  및 공급자  $\Phi^m$ 이 존재하면, 이들을 각각 한계사용자(marginal user)와 한계공급자(marginal supplier)로 부를 것이다. 정의에 따라 한계사용자와 한계공급자는 다음 등식을 만족한다: 즉,  $\mu_A(\Theta^m) = \mu_B(\Theta^m)$  및  $\pi_A(\Phi^m) = \pi_B(\Phi^m)$ . 한계사용자와 한계공급자 모두를 동시에 지칭할 때에는 한계참여자(marginal participant)라고 할 것이다. 양대 시장 모두에서 시장은 모두 포화(saturated)되었다고 가정하기 때문에  $\mu_A(\Theta^m) (= \mu_B(\Theta^m))$  및  $\pi_A(\Phi^m) (= \pi_B(\Phi^m))$ 이 음의 값을 가질 수 있다.

주어진 가격프로파일  $\{P_A, P_B\}$ 에서 양대 시장에

에 따라 발생하는 이익의 승수(multiplier)로 해석된다. 예를 들어, 플랫폼이 주는 QoS의 강도로 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서는 직접 및 간접적 네트워크효과에 대한 분석에 집중할 것이기 때문에 이들을 거래비용으로(즉, 부호를 '-'로) 설정하는 것이 더 적합하다. 그렇지 않다면 승수효과 때문에 직/간접적 네트워크의 영향력이 희석될 수 있기 때문이다.

5) 사용자 효용함수(utility function)와 공급자 및 플랫폼사업자의 이익함수(profit function) 등을 포괄적으로 지칭할 경우 앞으로 이득함수(payoff function)라는 용어를 사용하겠다.

서 두 플랫폼사업자가 모두 선택되는 균형(다음 절의 ‘내부 균형(interior equilibrium)’에 대한 정의를 참조)이 달성된다면, 플랫폼사업자별 시장점유율(market share)은 한계사용자  $\theta^m$ 과 한계공급자  $\phi^m$ 에 의해 결정될 것이다. 즉,  $x_A = \theta^m$ ,  $x_B = 1 - \theta^m$ ,  $y_A = \phi^m$ ,  $y_B = 1 - \phi^m$ 이다. 한계참여자와 시장점유율의 관계를 바탕으로 할 때, 이러한 균형에서 사용자 및 공급자의 이득함수는 다음과 같이 정리된다.

- 내부 균형에서의 참여자 이득함수(participants' payoffs)

$$\mu_A(\theta|x_A, y_A) = \mu_A(\theta|\theta^m, \phi^m) = \alpha\theta^m + \beta\phi^m - t\theta - P_A$$

…  $\theta$ 가 A에 가입할 때 (3-1)

$$\mu_B(\theta|x_A, y_A) = \mu_B(\theta|\theta^m, \phi^m) = 1 - \theta^m - \phi^m + \theta - P_B$$

…  $\theta$ 가 B에 가입할 때 (3-2)

$$\pi_A(\phi|x_A, y_A) = \pi_A(\phi|\theta^m, \phi^m) = \beta\theta^m + \alpha\phi^m - s\phi - P_A$$

…  $\phi$ 가 A에 가입할 때 (3-3)

$$\pi_B(\phi|x_A, y_A) = \pi_B(\phi|\theta^m, \phi^m) = 1 - \theta^m - \phi^m + \phi - P_B$$

…  $\phi$ 가 B에 가입할 때 (3-4)

표현의 단순함과 명확함을 위하여 한계참여자의 이득함수를 기술할 때, 예를 들어 식 (3-1)에서  $\theta = \theta^m$ 인 경우,  $\mu_A(\theta^m|\theta^m, \phi^m) \equiv \mu_A(\theta^m, \phi^m)$ 과 같이 표기할 것이다. 이는 플랫폼 B와 공급자 이득함수에서도 마찬가지로 적용된다.

### 3. 모형 분석

#### 3.1 게임의 진화와 균형의 종류

먼저 본 연구에서 ‘내부 균형(interior equilibrium)’은 위에서 정의한 한계사용자와 한계공급자의 조합  $(\theta^m, \phi^m)$ 에서 모든 시장에서 플랫폼 A와 B에 대한 가입자가 존재하는 경우를 의미한다(즉,  $0 < \theta^m, \phi^m < 1$ ). 내부 균형에서 자신의 위치가  $\theta^m$ 보다 작은(즉,  $\theta < \theta^m$ ) 사용자는 플랫폼 A에 가입하게 되며, 그 반대의 경우( $\theta > \theta^m$ )에는 플랫폼 B에 가입하게 된다. 이러한 시장분할 형태는 공급자시장에서도 마

찬가지이다.

그런데 최소한 어느 한 시장에서는 특정 플랫폼으로 쏠림(tipping)이 발생하는 ‘경계 균형(boundary equilibrium)’도 존재할 수 있다. 예를 들어, 어떤 균형상태에서 모든 사용자가 플랫폼 A를 선택할 경우(즉,  $x_A = 1$ ) 경계 균형이 되며, 이 때  $\mu_A(1, y_A) \geq \mu_B(1, y_A)$ 이 만족될 것이다. 이제 내부 균형과 경계 균형을 포함한 모든 가능한 균형상태를 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 균형의 종류

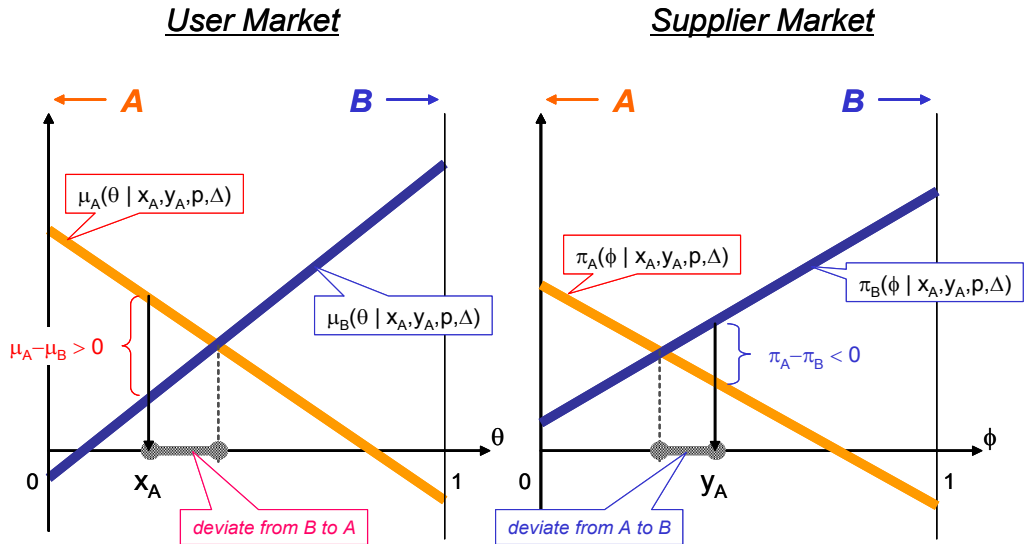
$(x_A, y_A)$  혹은  $(\theta^m, \phi^m)$ 이 아래 조건을 만족할 때 각 시장에서 ‘플랫폼 가입게임’의 균형이 달성된다.

- ①  $\mu_A(\theta^m, \phi^m) = \mu_B(\theta^m, \phi^m)$  단,  $\theta^m \in (0, 1)$   
… 사용자 시장의 내부 균형
- ②  $\mu_A(1, y_A) \geq \mu_B(1, y_A)$   
… 사용자 시장의 경계 균형(플랫폼 A로)
- ③  $\mu_A(0, y_A) \leq \mu_B(0, y_A)$   
… 사용자시장의 경계 균형(플랫폼 B로)
- ④  $\pi_A(\theta^m, \phi^m) = \pi_B(\theta^m, \phi^m)$  단,  $\phi^m \in (0, 1)$   
… 공급자 시장의 내부 균형
- ⑤  $\pi_A(x_A, 1) \geq \pi_B(x_A, 1)$   
… 공급자 시장의 경계 균형(플랫폼 A로)
- ⑥  $\pi_A(x_A, 0) \leq \pi_B(x_A, 0)$   
… 공급자 시장의 경계 균형(플랫폼 B로)

①에서 ③은 사용자시장에서 가능한 균형상태이며, ④에서 ⑥은 공급자시장에서 가능한 균형상태를 나타낸다. 각 시장에서 3가지 가능한 유형의 균형이 있으므로, 양면시장 전체로 볼 때에는 이론적으로 총 9개의 균형이 가능하다. 이 중에서 2개의 조합(②, ⑥) 및 ③, ④)는 양면시장에서 의미 없는 균형이 되므로, 실현가능한 유형의 균형에서 제외한다(보다 상세한 이유는 제 3.2절에서 제시될 것임).

위 경계 균형의 정의에서 사용자시장 및 공급자시장에서의 플랫폼 A의 점유율  $x_A$  및  $y_A$ 는 실제로 한계사용자 및 한계공급자  $\theta^m$  및  $\phi^m$ 과 일치함을 [정리 2]에서 보일 것이다. 따라서 위 정의에서  $x_A$





[그림 2] 동태적 복제식에 따른 확산방정식과 조정 과정

사용자와 공급자는 위에서 주어진 효용 및 이익에 따라 플랫폼을 선택하게 된다. 본 연구에서는 이러한 선택이 연속적으로 발생한다고 전제한다. 이는 앞에서 설명한 확산방정식을 통해 보다 구체적으로 표현될 수 있다. 먼저, 현재 플랫폼 A를 선택한 사용자와 공급자 규모가 각각  $(x_A, y_A)$ 로 알려져 있다고 하자(따라서  $(x_B, y_B)$ 도 알려져 있다). 현재의 시장점유율이 균형상태가 아니라고 하면, 사용자와 공급자는 자신의 효용과 이익을 계산한 뒤에 자신이 가입할 플랫폼을 다시 선택할 것이다. 주어진  $(x_A, y_A)$ 에서 적절한 양수  $\varepsilon$ 에 대해  $(x_A, x_A + \varepsilon)$ 에 속하는 사용자  $\theta$ 는  $\mu_A(\theta | x_A, y_A) > \mu_B(\theta | x_A, y_A)$ 이기 때문에 다음 기의 플랫폼 A사용자는 확대된다(따라서 플랫폼 B 사용자는 감소한다). 위 그림에서 공급자 시장에서는 사용자시장과 정반대의 현상이 발생한다.

과  $y_A$ 를 각각  $\theta^m$ 과  $\phi^m$ 로 대체하여도 무방하다.

이제 플랫폼 가입게임이 탈균형(off-equilibrium) 상태의 시장점유율  $(x_A, y_A)$  상태에서 시작할 때, 위에서 정의한 균형 중 어떠한 형태로 수렴하는지를 살펴 보자. 여기서는 임의의 탈균형 상태를 상정하고 있기 때문에  $x_A \neq \theta^m$  및  $y_A \neq \phi^m$  (따라서  $x_B \neq 1 - \theta^m$  및  $y_B \neq 1 - \phi^m$ )이다. 이제 균형으로의 수렴 혹은 발산은 일종의 확산방정식(diffusion equation)에 의해 결정된다고 하자. 특히, 본 연구에서는 진화게임에서의 동태적 복제식(replicator dynamics)을 차용하여 확산방정식으로 사용할 것이다. 이러한 동태성에서 균형이 존재하는 조건 뿐만 아니라 그 안정성(stability)에도 관심을 기울일 것이다.

확산방정식은 다음과 같은 동태적 조정 과정으로 묘사된다. 먼저, 현재 시장점유율  $(x_A, y_A)$ 에서  $x_A$  위치에 해당하는 사용자  $\theta$ 가 플랫폼 B에 가입하고

있을 때,<sup>6)</sup>  $\mu_A(\theta | x_A, y_A) > \mu_B(\theta | x_A, y_A)$ 임을 알았다고 하자. 이 경우, 적절한 양수  $\varepsilon$ 에 대하여  $[\theta, \theta + \varepsilon]$ 에 위치한 사용자들은 플랫폼 A로 전환하는 것이 이득일 것이다. 따라서 현상태보다 많은 사용자들이 플랫폼 A에 가입하는 방향으로 시스템 상태가 이전할 것으로 예상할 수 있다. 이에 따라 새로운 상태에서  $x_A$ 는 이전에 비해 증가할 것이다. 이러한 과정은 공급자시장에도 동일하게 적용된다. 요약하면, 임의의 탈균형 상태의 변화 방향과 속도는 주어진 시장점유율에서  $x_A$  및  $y_A$ 에 해당하는 위치의 사용자 및 공급자의 플랫폼 간 이득함수의 차이에 의해 결정된다.

6) 엄밀히 말하면  $x_A$  바로 옆에 위치한 사용자라고 해야 하나, 사용자 유형의 연속성에 의해 양자를 구분하기 어렵기 때문에  $x_A$ 라고 해도 무방하다. 공급자에 대해서도 동일한 논리가 적용된다.

다음 그림은 가격프로파일 ( $P_A, P_B$ )가 주어진 상황에서, 플랫폼별 시장점유율에 따른 사용자 및 공급자의 이득의 차이와 이에 따른 동태적 조정 과정을 보여준다. 확산방정식은 이러한 조정 과정을 보다 명확하게 규정한 것으로 볼 수 있다.

- 확산방정식(동태적 복제식)

$$\frac{\dot{x}_A}{x_A} = \rho_\theta \cdot [\mu_A(x_A, y_A) - \mu_B(x_A, y_A)] \quad (4-1)$$

$$= \rho_\theta \cdot [(\alpha-t) \cdot x_A + (\beta+1) \cdot y_A - (\Delta+1)]$$

$$\frac{\dot{y}_A}{y_A} = \rho_\phi \cdot [\pi_A(x_A, y_A) - \pi_B(x_A, y_A)] \quad (4-2)$$

$$= \rho_\phi \cdot [(\beta+1) \cdot x_A + (\alpha-s) \cdot y_A - (\Delta+1)]$$

여기서  $\dot{z}$ 는  $dz(\tau)/d\tau$ 를 줄여서 표현한 것이며(여기서  $\tau$ 는 시간을 나타내는 자유변수(free variable)임),  $\rho_\theta$ 와  $\rho_\phi$ 는 각각 사용자시장과 공급자시장에서의 플랫폼 점유율 변화의 속도를 조정하는 계수이다. 조절속도는 시장에 관계없이 동일하다고(즉,  $\rho_\theta = \rho_\phi = \rho$ ) 가정한다. 또한  $\Delta \equiv P^A - P^B$ 로 사업자 A와 B의 가격차이(price premium)를 나타낸다.

위 확산방정식에 따르면, 각 시장에서 플랫폼의 점유율의 변화율( $\dot{x}/x$  및  $\dot{y}/y$ )은 현 시점에서 점유율을 대변하는 위치의 참여자의 플랫폼 간 이득의 차이에 의해 결정된다. 식 (4)의 좌변의 분모에서 각각  $x_A$ 와  $y_A$ 를 우변으로 이항하여 정리하면, 확산방정식에 따른 동태적 조정 과정에서 균형이 되기 위한 조건식을 얻을 수 있다. 즉, 균형 ( $x_A^*, y_A^*$ )에서는 다음 조건식들이 만족되어야 한다.

$$\dot{x}_A|_{x_A^*} = 0 \quad \text{및} \quad \dot{y}_A|_{y_A^*} = 0 \quad (5)$$

( $x_A$ 와  $y_A$ 를 우변으로 이항하여 재정리된) 식 (4)와 식 (5)에 따라 (0, 0)인 상태도 균형에 해당함을 쉽게 알 수 있다(위 균형의 정의 중 ③과 ⑥을 참조). 시장점유율의 변화과정에 따라 보다 다양한 형태의 균형들과 그 조건들을 보다 명확하게 살펴 보기 위해 먼저 아래의 행렬과 벡터를 정의하자.

$$\xi \equiv \begin{bmatrix} x_A \\ y_A \end{bmatrix}, \quad \dot{\xi} \equiv \begin{bmatrix} \dot{x}_A \\ \dot{y}_A \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M} \equiv \begin{bmatrix} \alpha-t & \beta+1 \\ \beta+1 & \alpha-s \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{K} \equiv \begin{bmatrix} \Delta+1 \\ \Delta+1 \end{bmatrix}$$

이제 확산방정식 식 (4)와 균형조건 식 (5)는 행렬을 이용하여 아래와 같이 간단히 나타낼 수 있다. 아래에서 연산자(operator) ‘ $\circ$ ’는 같은 크기의 두 벡터를 서로 대응하는 원소끼리 서로 곱하여 동일한 크기의 벡터를 산출한다: 즉,  $(a_1, \dots, a_n)^T \circ (b_1, \dots, b_n)^T = (a_1 \cdot b_1, \dots, a_n \cdot b_n)^T$ .

$$\dot{\xi} = \xi \circ (\mathbf{M} \cdot \xi - \mathbf{K}) \quad \text{및} \quad \dot{\xi} = 0 \quad (6)$$

앞에서 정의한 내부 균형의 조건은, ( $x_A^*, y_A^*$ ) = ( $\Theta^m, \Phi^m$ )에서  $\Theta^m = x_A^* \in (0, 1)$ 이고  $\Phi^m = y_A^* \in (0, 1)$ 일 때,  $\mu_A(x_A^*, y_A^*) = \mu_B(x_A^*, y_A^*)$  및  $\pi_A(x_A^*, y_A^*) = \pi_B(x_A^*, y_A^*)$ 와 동치이다(균형의 정의에서 ①과 ④를 참조). 특히, 확산방정식에 따른 조정 과정에서 내부 균형을 찾는 것은, 한계사용자와 한계공급자를 구하기 위해 연립미분방정식(simultaneous differential equations) 식 (6)으로부터  $\mathbf{M} \cdot \xi = \mathbf{K}$ 의 해를 구하는 것과 동일하다. 따라서 ( $\Delta \neq -1$ 인 경우) 균형해는  $\xi^* = \mathbf{M}^{-1} \cdot \mathbf{K}$ 로 결정된다. 식 (7)은 내부 균형  $\xi^* = (\Theta^{m*}, \Phi^{m*})^T$ 를 파라미터의 함수로 정리한 것이다. 아래에서  $|\mathbf{M}|$ 은 행렬  $\mathbf{M}$ 의 행렬식(determinant)으로,  $(\alpha-t) \cdot (\alpha-s) - (\beta+1)^2$ 이다.

$\dot{\xi} = \xi \circ (\mathbf{M} \cdot \xi - \mathbf{K}) = 0$ 이 되기 위한  $\xi$ 의 조건:

$$\begin{cases} \xi = \mathbf{0} & \text{if } \Delta = -1 \\ \mathbf{M} \cdot \xi = \mathbf{K} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\theta^{m*} = \frac{(\Delta+1) \cdot (\alpha-\beta-s-1)}{|\mathbf{M}|} \quad \text{및}$$

$$\phi^{m*} = \frac{(\Delta+1) \cdot (\alpha-\beta-t-1)}{|\mathbf{M}|} \quad (7)$$

본격적인 분석에 앞서, 확산방정식으로 묘사되는 동태적 시장점유율 변화에 대해 몇 가지 언급해야 할 사항이 있다. 첫째, 사용자와 공급자는 근시안적 의사결정(myopic decision)을 한다. 매 시점에서의

플랫폼 선택 의사결정은 장기적 이익이나 상대방의 의사결정 혹은 게임이론에서 요구하는 ‘상식(common knowledge)으로서의 합리성’ 등에 의존하지 않는다. 둘째, 확산방정식에 따라 플랫폼이 수용되는 속도와 방향이 달라질 수 있으나, 구체적으로 누가 어떤 플랫폼을 선택하느냐 하는 점은 크게 중요하지 않다.

### 3.2 균형 분석

지금까지 기술한 확산방정식은 상태(state)에 제약이 있는 선형동적 시스템(linear dynamical system)이다. 선형동적 시스템에서는 안정적 균형 뿐만 아니라 불안정한 균형(unstable equilibrium)도 존재할 수 있으므로, 균형의 개념에 대한 보다 자세한 구분이 필요하다. 먼저 다음을 정의한다.

- 안정적 균형(stable equilibrium)

상태변수(state variable)  $\mathbf{z}$ 의 근방(neighborhood) 내에서 시작된 시스템이 시간이 지남에 따라 다시  $\mathbf{z}$ 로 수렴할 때,  $\mathbf{z}$ 를 국지적으로 안정적인 균형(locally stable equilibrium)이라고 한다. 상태공간(state space)의 임의의 지점에서 출발해도 궁극에는  $\mathbf{z}$ 로 수렴된다면  $\mathbf{z}$ 를 전역적으로 안정적인 균형(globally stable equilibrium)이라고 한다. 본 연구에서의 안정성은 국지적 안정성을 의미한다.

- 불안정한 균형(unstable equilibrium)

상태변수  $\mathbf{z}$ 의 어떤 작은 근방에 대해서도 그 근방에 속하는  $\mathbf{v}$ 에서 시작된 시스템이  $\mathbf{z}$ 로 수렴하지 못하게 될 때  $\mathbf{z}$ 를 불안정한 균형이라고 한다.

앞에서 확산방정식으로 소개한 선형동적시스템이 균형을 가질 조건과 그 균형의 안정성은 행렬식  $|\lambda\mathbf{I}-\rho\mathbf{M}|$ 을 0으로 하는  $\lambda$ 의 값에 의해 결정된다.  $\mathbf{M}$ 이 짝수 개의 행을 가지기 때문에 위 방정식을 만족하는  $\lambda$ 는 행렬  $\rho\mathbf{M}$ 의 고유치(eigenvalue)와 동일하다. 따라서 행렬  $\rho\mathbf{M}$ 의 두 개의 고유치가 모두 음

(negative)의 값을 가질 때 유일한 내부 균형  $\xi^* = \mathbf{M}^{-1} \cdot \mathbf{K}$ 이 존재하며 이는 안정적이다. 행렬  $\mathbf{M}$ 의 고유치  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 가 아래와 같다면 행렬  $\rho \cdot \mathbf{M}$ 의 고유치는  $\rho \cdot \lambda_1$  및  $\rho \cdot \lambda_2$ 이므로,  $\rho > 0$ 인 경우<sup>7)</sup>  $t+s > 2\alpha$  일 때 행렬식  $|\mathbf{M}| > 0$ 이면 위 시스템은 안정적인 내부 균형을 가진다. 아래 [정리 1]은 내부 균형에 대한 결과를 보다 자세하게 정리한 것이다.

$$\lambda_1 = \frac{2\alpha - t - s + \sqrt{(t-s)^2 + 4(\beta+1)^2}}{2} \quad \text{및}$$

$$\lambda_2 = \frac{2\alpha - t - s - \sqrt{(t-s)^2 + 4(\beta+1)^2}}{2} \quad (\lambda_1 > \lambda_2)$$

[정리 1]

행렬식  $|\mathbf{M}|$ 이 양(positive)의 값을 가진다고 하자.  $t + s > 2\alpha$  일 때,  $\xi^* = \mathbf{M}^{-1} \cdot \mathbf{K} \in (0, 1) \times (0, 1)$ 로 규정되는  $(\Theta^m, \Phi^m)$ 이 존재하면 이는 유일한 안정적 내부 균형이 된다.

증명) 정리의 조건들이 만족된다고 가정하자. 균형의 안정성은, 행렬식  $|\mathbf{M}|$ 이 양수일 때 행렬  $\mathbf{M}$ 의 최대 고유치인  $\lambda_1$  역시 음수가 됨을 보이면 증명된다. 실제로,  $\lambda_1$ 의 분자로부터  $(t-s)^2 + 4(\beta+1)^2 < (2\alpha-t-s)^2$  일 조건은  $4 \cdot \{(a-t) \cdot (a-s) - (\beta+1)^2\} > 0$ 으로 정리되며, 이는 다시  $|\mathbf{M}| > 0$ 과 동치이다. 선형동적시스템에서 내부 균형이 존재하면 그것은 유일하다. ■

내부 균형을 위한 조건에 가격 파라미터가 반영되지 않음을 주목하라. 즉, 내부 균형  $(\Theta^m, \Phi^m)$  자체는 플랫폼 간 가격차이( $\Delta$ )에 영향을 받지 않지만, 모든 플랫폼이 각각의 시장에서 가입자를 확보하기 위한 ‘조건’에서는 가격 파라미터가 별다른 역할을 하지 못한다. 이는 경쟁하는 플랫폼이 공존(coexistence)하기 위해서는 가격의 역할보다는 직/간접적 네트워크효과와의 영향이 더 크다는 것을 의미한다. 이제 플랫폼

7) 이는 본 연구를 포함하여 대부분의 선형동적시스템에서 자연스럽게 전제되는 조건이다. 따라서 이하에서는  $\rho > 0$ 임을 더 이상 밝히지 않는다.

간 공존 가능성을 살펴 보기 위하여 내부 균형의 조건을 보다 구체적으로 분석해 보자.

위 정리를 통하여 시스템이 안정적 내부 균형을 가질 수 있는 조건은 밝혀졌으나, 실제로 이러한 조건이 실현될 가능성은 높지 않을 수도 있다. 예를 들어, 만약  $t = s$ 일 때,  $\alpha - \beta > t+1$ 이거나  $\alpha + \beta < t-1$ 인 경우 시스템은 안정적인 내부 균형을 가지는데, 전자의 조건은 직접적 네트워크효과가 간접적 네트워크효과에 비해 매우 크다는 것을 의미하며, 후자는 직접 및 간접적 네트워크효과와 합이 거래비용보다도 매우 작은 경우에 해당된다. 양면시장의 특성과 정의에 따를 때, 현실적으로 위와 같은 조건들이 성립할 가능성은 높지 않다. 다시 말해서 위와 같은 조건들은 오히려 양면시장적 특성이 충분히 발휘되지 못하는 경우를 의미한다. 이러한 이유에서 불안정한 내부 균형에 대해서도 고찰할 필요가 있다.

예를 들어, 고유치 중 큰 쪽( $\lambda_1$ )이 양의 값을 가지는 경우를 살펴 보자. 이는 ①  $t+s \leq 2\alpha$ 이거나 ②  $|\mathbf{M}| < 0$ 이고  $t+s > 2\alpha$ 와 같다. 이 경우 내부 균형  $\xi^* = \mathbf{M}^{-1} \cdot \mathbf{K}$ 은 안장점(saddle point)상의 불안정한 균형이 된다. 또한 모든 고유치가 양의 값을 가지는 위 ① 및  $|\mathbf{M}| > 0$ 인 조건에서도 내부 균형은 모든 방향에서 불안정적인 균형(발산점, source)이 된다. 따라서 시스템이  $\xi^*$ 에 놓여 있다고 하더라도 아주 미세한 교란(perturbation)에도 이 균형에서 벗어나 새로운 균형으로 이동하게 될 것이다. 불안정한 내부 균형은 시장지배력(market power)을 가진 특정 플랫폼사업자의 이해관계에 맞추어 쉽게 뒤집힐 수 있기 때문에, 과도기적 상태로만 존재한다고 볼 수 있다. 이 경우 내부 균형보다는 경계 균형이 보다 안정적인 모습을 보일 수 있으므로 ‘경계 균형’에 대한 분석이 필요하다.

본 양면시장 모형에서 가능한 경계 균형의 유형

8) 게임이론에서 말하는 손떨림(trembling hands-실수나 급격한 소비자 선호, 기술혁신 등의 외적 충격을 의미함-)으로 인하여 한계참여자가 다른 플랫폼으로 전환되는 경우를 그 예로 들 수 있다.

은 총 8가지 이다(아래 정리의 (a)~(g) 참조). 이 중에서 균형  $\xi = (1, 0)^T$  및  $\xi = (0, 1)^T$ (아래 정리의 (c) 참조)는 {사용자시장 : 공급자시장}이 각각 {B : A} 및 {A : B}로 분리된 경우에 해당되므로 공급자가 사용자에게 서비스를 제공할 수 없게 된다. 따라서 이들을 현실적으로 의미를 지닌 균형이라고 부르기 어렵다. 이러한 불합리한 균형에 대해서는 그것이 발생할 수 없는 조건을 규명하는 것이 타당하다. 다음 정리는 [정리 1]의 결과와 모든 가능한 경계 균형에 대하여 이들이 성립될 수 있는 조건을 보이고 있다. 이하의 논의에서는 분석 결과의 질적 측면에 집중하기 위하여 별다른 언급이 없는 한  $\rho = 1$ 를 가정한다.

#### [정리 2]

가격프로파일  $\{P_A, P_B\}$  및 다른 파라미터들이 아래 조건을 만족한 상태로 주어질 때, 해당 균형상태가 성립한다. 여기서  $\Delta \equiv P_A - P_B$ ,  $\Omega_s \equiv \beta - \alpha + s + 1$ ,  $\Omega_a \equiv \beta - \alpha + t + 1$ 이다.

- (a)  $\xi = (0, 0)^T$ 가(즉, 모든 사용자와 공급자가 플랫폼 B만을 사용하는 경우) 안정적 균형(stable equilibrium)이 되기 위해서는,  $\Delta > -1$ 을 만족하여야 한다.
- (b)  $\xi = (1, 1)^T$ 가(즉, 모든 사용자와 공급자가 플랫폼 A에만 가입하는 경우) 안정적 균형이 되기 위해서는,  $\Delta < \alpha + \beta - \max\{s, t\}$ 을 만족하여야 한다.
- (c)  $\alpha \geq t$ 일 때,  $\Delta < -1$ 이거나  $\Delta > \alpha - t - 1$  [ $\alpha < t$ 일 때,  $\Delta \geq -1$ 이거나  $\Delta \leq \alpha - t - 1$ ] 이면, 불합리한 균형  $\xi = (1, 0)^T$ 는 존재하지 않는다. 또한  $\alpha - s - 1 \geq \beta$ 일 때,  $\Delta < \beta$ 이거나  $\Delta > \alpha - s - 1$  [ $\alpha - s - 1 < \beta$ 일 때,  $\Delta \geq \beta$ 이거나  $\Delta \leq \alpha - s - 1$ ] 이면, 불합리한 균형  $\xi = (0, 1)^T$ 는 존재하지 않는다.
- (d)  $\alpha > t$  [ $\alpha < t$ ]일 때,  $\Theta^m = (\Delta + 1)/(\alpha - t) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (\Theta^m, 0)^T$ 가 균형이 되기 위해서는,  $-1 < \Delta < \alpha - t - 1 \leq \beta$  [ $-1 > \Delta > \alpha - t - 1 \geq \beta$ ]이 성립하여야 한다.  $\alpha < t$ 이면 균형은 안정적이나,

$a > t$ 이면 균형은 불안정(unstable)하다.

- (e)  $a > t$  [ $a < t$ ]일 때,  $\Theta^m = (\Delta - \beta) / (a - t) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (\Theta^m, 1)^T$ 가 균형이 되기 위해서는,  $\Omega_s > 0$  및  $s < t$ 인 경우  $\max\{\beta, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - t) \cdot (s - a + 1) / \Omega_s\} < \Delta < a + \beta - t$  [ $a + \beta - t < \Delta < \min\{\beta, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - t) \cdot (s - a + 1) / \Omega_s\}$ ] 이거나;  $\Omega_s, \Omega_t < 0$ 인 경우  $\beta < \Delta < \min\{a + \beta - t, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - t) \cdot (s - a + 1) / \Omega_s\}$  [ $\max\{a + \beta - t, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - t) \cdot (s - a + 1) / \Omega_s\} < \Delta < \beta$ ]이 성립해야 한다. 그러나 이 균형은 불안정하다.
- (f)  $a > s$  [ $a < s$ ]일 때,  $\Phi^m = (\Delta + 1) / (a - s) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (0, \Phi^m)^T$ 가 균형이 되기 위해서는,  $-1 < \Delta < a - s - 1$  및  $\beta \leq a - s - 1$  [ $a - s - 1 < \Delta < -1$  및  $\beta \geq a - s - 1$ ]이 성립하여야 한다. 그러나 이 균형은 불안정하다.
- (g)  $a > s$  [ $a < s$ ]일 때,  $\Phi^m = (\Delta - \beta) / (a - s) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (1, \Phi^m)^T$ 가 균형이 되기 위해서는,  $\Omega_s > 0$  및  $s > t$ 인 경우  $\max\{\beta, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - s) \cdot (t - a + 1) / \Omega_s\} < \Delta < a + \beta - s$  [ $a + \beta - s < \Delta < \min\{\beta, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - s) \cdot (t - a + 1) / \Omega_s\}$ ] 이거나;  $\Omega_s, \Omega_t < 0$ 인 경우  $\beta < \Delta < \min\{a + \beta - s, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - s) \cdot (t - a + 1) / \Omega_s\}$  [ $\max\{a + \beta - s, \beta \cdot (\beta + 1) + (a - s) \cdot (t - a + 1) / \Omega_s\} < \Delta < \beta$ ]이 성립해야 한다. 그러나 이 균형은 불안정하다.
- (h)  $\xi \in (0, 1) \times (0, 1)$ 인  $\xi = M^{-1} \cdot K$ 은  $|M| > 0$ 이고  $t + s > 2a$ 일 때, 유일한 내부 균형이 되며 이는 안정적인다. 이외의 경우에  $\xi$ 는 불안정한 내부 균형이 된다.

증명) 증명 과정이 길기 때문에 부록에 첨부하였음.

[정리 2]의 (a)와 (b)의 균형에서는 오직 하나의 플랫폼만 생존한다. 당연히 플랫폼사업자 A는 (b)의 균형을, 사업자 B는 (a)의 균형상태를 선호할 것이다. 그런데 플랫폼 A가 독식하는 균형상태 (b)가 안정적이기 위해서는  $P_A$ 가  $P_B$ 에 비해 크게 높지 않아야 한다. (b)의 안정적 균형을 위한 조건에서 사업자 A의 최대 가격프리미엄(price premium)은  $a +$

$\beta - \max\{s, t\}$ 이다. 양면시장에서는 직/간접적 네트워크효과와 합의 거래비용보다 클 것이기 때문에 사업자 A는 양(+)의 프리미엄을 누릴 수 있다. 반면에 사업자 B가 독식하는 (a)에서 최대 가격프리미엄은 ((a)에서의 조건  $-\Delta < 1$ ; 즉,  $P_B - P_A < 1$ 로부터) 1을 넘을 수 없다. 이는 플랫폼 A가 B에 대해 기술적이거나 시장친화성 등에서 우월하다는 가정과도 관련된다. 이에 대해서는 다음 절의 플랫폼사업자간 경쟁 분석에서 보다 자세히 살펴본다. (h)는 앞에서 소개한 내부 균형을 다시 정리한 것으로 두 플랫폼사업자가 양대 시장 모두에서 공존하는 유일한 경우에 해당된다.

(c)에서  $\xi = (1, 0)^T$ 는 모든 사용자는 플랫폼 A에 가입하나 서비스 공급은 플랫폼 B에만 존재하는 경우를 의미하므로, 실질적으로 양면시장이 성립되지 않는다( $\xi = (0, 1)^T$ 는 그 반대의 경우를 의미한다). [정리 2]의 (c)에서 제시된 조건은 이러한 가능성을 차단하기 위함이다. 실제로 이러한 균형이 존재하는 파라미터 범위는 매우 제한적이다. 예를 들어,  $\xi = (1, 0)^T$ 의 경우 직접적 네트워크효과  $a$ 가 간접적 네트워크효과  $\beta$ 에 비하여 매우 커야 하는데, 이는 간접적 네트워크효과를 강조하는 양면시장의 기본적인 전제와 부합되지 않는다.

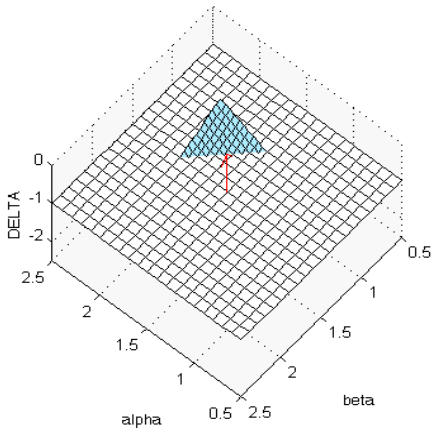
(d), (e), (f), (g)의 경우는 특정 시장에서 어느 한 플랫폼이 시장을 독식하나 다른 쪽 시장에서는 두 플랫폼이 공존하는 균형을 기술한다. 어느 한 시장에서 특정 플랫폼으로의 쏠려도 다른 편 시장에서 (약간이라도) 다른 플랫폼에 대한 수요가 있게 되는 이유는 직접적 네트워크효과 때문이다.<sup>9)</sup> 그러나 정리에서 보는 바와 같이, (d)에서  $a < t$ 인 경우를 제외한 모든 균형들이 불안정하다. 유일하게 안정적인 (d)의  $a < t$ 인 경우도 네트워크효과가 거래비

9) 모형을 통한 해석상으로는 반대편 시장의 참여자 도움 없이도 자체적으로 이득이 창출되는 경우를 말한다. 예를 들어 통신망을 하나의 플랫폼이라고 할 때, 해당 통신망에 콘텐츠사업자가 존재하지 않아도 사용자들 간의 통신만으로도 어느 정도 혜택을 볼 수 있다. 유선전화와 인터넷전화와 그러한 예가 될 수 있다.

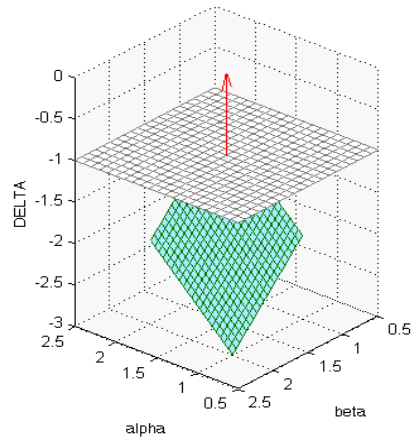
용에 비해 작다는 것을 전제로 하므로 양면시장 모형과 잘 어울리지 않는다(각주 15 참조). 또한 각 조건이 요구하는 파라미터 범위는 매우 제한적이며, 현실에서도 이러한 경우가 성립할 가능성은 상대적

으로 낮다. 특히 (d)와 (f)는 (c)보다 더 실현되기 어렵다.

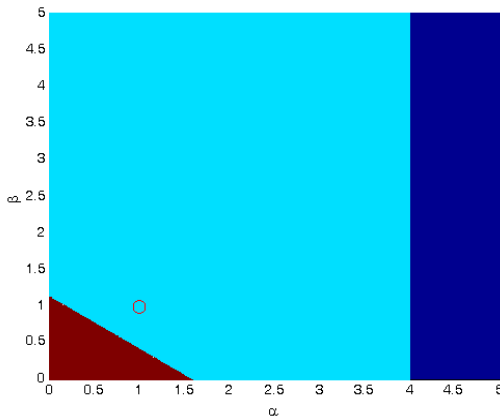
다음 그림은 몇 가지 파라미터 범위에서 [정리 2]의 균형 중 하나가(안정성 여부는 고려하지 않고)



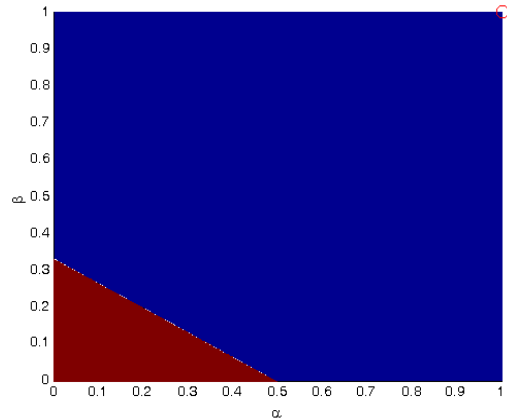
(a) 유형 (d) 균형이 성립되는 영역( $t = 0.5$ )



(b) 유형 (d) 균형이 성립되는 영역( $t = 1$ )



(c) 안정적 내부 균형이 성립되는 영역



(d) 안정적 내부 균형이 성립되는 영역

[그림 3] 유형 (d)의 균형상태가 성립하기 위한 파라미터 범위

파라미터  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $s$ ,  $t$ 와  $\Delta$ 의 관계가, [정리 2]의 (d)의 균형상태가 성립하는 조건을 만족하는 경우를 도식한 것이다 (빨간색 화살표가 지시하는 영역이 해당 영역임). 2차원에서 가시적으로 표현될 수 있도록,  $s = 1$  및  $t = 0.5$ 와  $s = 1$  및  $t = 1$ 로 고정한 경우를 도식한다. 제 3장 앞부분에서 사업자 A의 우위성을 가정할 때,  $\alpha$ 와  $\beta$  모두 [1, 2]의 범위에서  $\Delta$ (사업자 A의 가격프리미엄)가 해당 균형이 존재하도록 하는 triplet  $(\alpha, \beta, \Delta)$ 의 영역을 표시한다. 양면 시장을 의미 있게 하는  $\alpha > t$ 의 경우만 도식하였다. [그림 3](a)와 [그림 3](b)의 비교에서 알 수 있듯이 거래비용이 증가함에 따라 균형이 성립될 수 있는 파라미터 영역이 급속히 축소됨을 알 수 있다. 예를 들어, b)의 경우는 오직 한 점( $\alpha = 2, \beta = 1, \Delta = -1$ )에서만 균형이 가능하다. [그림 3](c)와 [그림 3](d)에서는 안정적 내부 균형이 성립하는 파라미터 영역을 빨간색으로 도식하고 있는데, 해당 파라미터 범위가 매우 제한적일 뿐만 아니라 그 범위도 양면시장을 의미 있게 하는 경우와는 거리가 멀다. [그림 3](c)의 경우,  $s = 5$  및  $t = 3$ 으로  $\alpha$ 와  $\beta$ 에 비해 매우 크며, 이는 [그림 3](d)의 경우( $s = 1.5$  및  $t = 2$ )에도 마찬가지이다.

성립할 수 있는 가능한 영역을 보여 준다. [그림 3] (a)와 [그림 3](b)에서 보는 바와 같이, 극단적인 파라미터를 취하지 않는 이상, (d)~(g)의 균형상태가 현실에서 관측될 가능성은 매우 작을 것이다. 또한 앞에서도 언급했듯이, [그림 3](c)와 [그림 3](d)는 안정적인 내부 균형도 매우 제한적인 파라미터 범위에서만 가능함을 보여준다.

위와 같은 이유에서, 이하의 논의에서는 양면시장 관점에서 보다 의미 있는 일부 유형의 균형상태 ((a) 혹은 (b) 및 (h))에 집중할 것이다. 특히, 플랫폼사업자가 선호하는 특정 균형상태가 존재하고 이러한 균형으로 시장을 조직할 만큼 시장지배력이 있다면, 사업자간 경쟁은 다양한 균형상태 중 하나 혹은 몇 가지를 선택하는 압력(selection pressure)으로 작용하게 될 것이다. 다음 절에서는 플랫폼사업자 간 경쟁 분석을 통하여 본 연구모형의 균형 선별에 대해 살펴본다.

#### 4. 플랫폼 사업자 간 경쟁 분석

플랫폼 사업자 A와 B는 서로 경쟁하지만, 태생적으로 플랫폼 A가 우월하다고 가정하였다. 이에 따라 플랫폼 사업자 간에는 몇 가지 형태의 게임이 가능하다. 먼저, 기술적이거나 시장친화성 등의 측면에서 보다 우월한 플랫폼 사업자 A가 양면시장을 선도(leader)하고 사업자 B는 이를 따르는(follower) Stackelberg 경쟁을 생각해 볼 수 있다. 반면에 플랫폼 간 경쟁에서 기존 사업자(incumbent)와 진입자(entrant) 간의 관계에 초점을 맞출 경우에는, 기존 사업자인 플랫폼 B가 선도자가 되고, 진입자인 A가 후발주자인 Stackelberg 게임으로 볼 수도 있다. 또한 두 사업자가 차별화된 플랫폼으로 동시에 서비스를 개시한다고 볼 경우에는 Bertrand식의 가격 경쟁이 적합할 것이다. 어떤 경우이든지 플랫폼 사업자들은 가격프로파일  $(P_A, P_B)$ 를 결정함으로써 양면시장에서의 가입게임의 균형이 달성된다. 단, 사업자들이 불안정한 내부 균형을 유지하는 것이 쉽지 않을 것이므로, (정상적인 수준의 파라미터 값

을 전제로 할 때) 사업자들 간 경쟁에서 이러한 균형이 최종 목표(target equilibrium)로 선택되지는 않을 것이다.

본 연구에서는 플랫폼 사업자 A가 양면시장을 선도하는 Stackelberg 경쟁에 대해 고찰한다. 즉, 플랫폼사업자 A는 B의 반응함수(reaction function)를 파악하고 있으며, 가장 높은 수입(revenue)을 가져다 주는(국지적으로) 안정된 균형으로 시장을 유도하는  $P_A$ 를 결정한다. [정리 1]과 [정리 2]에서 소개한 바와 같이, 내부 균형이 안정적인 조건과 가격체계(사업자 A의 가격 프리미엄을 나타내는  $\Delta$ )에 따라 다양한 형태의 균형이 존재할 수 있다. 이제 이들 각각의 경우에 대해 플랫폼 A에게 가장 높은 수입을 주는 균형을 해당 가격프로파일에서의 '최선의 균형(best equilibrium)'이라고 하자. 그렇다면 플랫폼 A의 의사결정은 최선의 균형에서<sup>10)</sup> 플랫폼 B의 반응함수를 고려하여 자신의 수입을 극대화하는  $P_A$ 를 결정하는 것이다.

[정리 2]에서 각 균형상태  $\xi^*$ 를  $\Delta (= P_A - P_B)$ 의 함수인 명시해(closed form solution)로 표현하였으므로, 이를 다시 앞 절에서 정의한 사업자별 이득함수에 대입함으로써  $\Pi_A$ 와  $\Pi_B$ 를  $\Delta$ 만의 함수로 재구성할 수 있다. 단, [정리 2]에서 설명한 바와 같이, 가능한 균형상태 중, (c)~(g)는 양면시장에서 관측되기 어려울 뿐만 아니라, 다음 정리에서 보는 바와 같이 선도자 A의 입장에서 최선의 균형에 해당하지 않기 때문에 Stackelberg 경쟁환경에서는 실현될 수 없다. 또한 여기서의 Stackelberg 경쟁에서는 선도자의 위치에 있는 플랫폼사업자 A에게 절대적으로 불리한 균형 (a) 역시 최선의 균형이 될 수 없으므로 배제된다. [정리 3]은 [정리 2]의 균형상태 중에서 최선의 균형인 (b)와 (h)에 대하여 Stackelberg 경쟁의 Nash 균형(NE)  $(P_A^*, P_B^*)$ 을 소

10) 최선의 균형만을 고려하는 이유는, 가격선도자가 임시로 가격을 조작하여(manipulate) 언제나 자신이 원하는 균형으로 유도할 수 있는 시장지배력을 가진다고 보기 때문이다. 원하는 균형이 달성된 이후에는 다시(Stackelberg 게임의 균형가격으로) 조작하여 자신의 수입을 극대화할 수 있다고 가정한다.

개한다. 앞의 정리들과 일관성을 유지하기 위하여 균형상태 (d)~(g)가 최선의 균형이 되지 못하는 조건도 정리하였다.

[정리 3]

사업자 A가 태생적으로 우월한 지위(가격선도자, price leader)에 있다고 가정할 때, 균형 (b)와 (h)에서 Stackelberg 경쟁에 의한 가격프로파일  $(P_A^*, P_B^*)$ 은 다음과 같다.

(b)  $\alpha + \beta \geq \max\{s, t\}$ 인 경우,  $\xi = (1, 1)^T$ 에서 비음(non-negative)인 임의의  $z$ 에 대해  $(P_A^*, P_B^*) = (z + \alpha + \beta - \max\{s, t\}, z)$ 는 Stackelberg NE이다. 이 때  $\Pi_A = N \cdot (z + \alpha + \beta - \max\{s, t\})$  및  $\Pi_B = 0$ 이다.

(h)  $Q \equiv N \cdot (\beta - \alpha + 1) + s \cdot N_U + t \cdot N_S$ 를 정의하자.  $Q/|M| > 0$ 일 때, 내부 균형  $\xi \in (0, 1) \times (0, 1)$ 인  $\xi = M^{-1} \cdot K$ 에서 아래의  $(P_A^*, P_B^*)$ 는 Stackelberg NE이다. 이 때  $\Pi_A = (Q - N \cdot |M|)^2 / (8 \cdot Q \cdot |M|)$  및  $\Pi_B = (Q + 3N \cdot |M|)^2 / (16 \cdot Q \cdot |M|)$ 이다.

$$(P_A^*, P_B^*) = \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{N \cdot |M|}{Q} - \frac{1}{2}, \frac{3}{4} \cdot \frac{N \cdot |M|}{Q} + \frac{1}{4} \right) \quad (8)$$

또한 균형 (d)~(g)는 그 자체로서 최선의 균형이 되지 못한다. 그러나 (e)와 (g)의 경우에는 점근적으로 가까운 경계 균형인  $\xi = (1, 1)^T$ 로 수렴한다. 반면에 (d)와 (f)의 경우에는 그러한 점근적 균형 또한 존재하지 않는다.

(d)  $\alpha - \beta - t - 1 > 0$ 인 조건에서,  $\Theta^m = (\Delta + 1)/(\alpha - t) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (\Theta^m, 0)^T$ 는 최선의 균형이 아니다. 따라서 플랫폼 A는 이 균형을 회피하며, 점근적으로 경계 균형  $\xi = (1, 0)^T$ 로도 수렴하지 않는다.

(e) [정리 2]의 (e)에 대한 세 가지 조건 중 하나가 만족되어도,  $\Theta^m = (\Delta - \beta)/(\alpha - t) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (\Theta^m, 1)^T$ 는 최선의 균형이 아니다. 따라서 플랫폼 A는 이 균형을 회피하나, 점근적으로 경계 균

형  $\xi = (1, 1)^T$ 로 수렴할 수 있다.

- (f)  $\alpha - \beta - s - 1 > 0$ 인 조건에서,  $\Phi^m = (\Delta + 1)/(\alpha - s) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (0, \Phi^m)^T$ 는 최선의 균형이 아니다. 따라서 플랫폼 A는 이 균형을 회피하며, 점근적으로 경계 균형  $\xi = (0, 1)^T$ 로도 수렴하지 않는다.
- (g) [정리 2]의 (g)에 대한 세 가지 조건 중 하나가 만족되어도,  $\Phi^m = (\Delta - \beta)/(\alpha - s) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (1, \Phi^m)^T$ 는 최선의 균형이 아니다. 따라서 플랫폼 A는 이 균형을 회피하나, 점근적으로 경계 균형  $\xi = (1, 1)^T$ 로 수렴할 수 있다.

증명) Stackelberg NE  $\xi^*$ 가 존재하는 (b)와 (h)의 경우에는,  $\xi^*$ 를 플랫폼사업자 이득함수에 직접 대입하여 이득함수를  $P_A$ 와  $P_B$ 만의 함수로 표현한 후, Stackelberg NE을 구하는 통상적인 방식을 적용한다. 먼저 (b)의 경우, 임의의  $P_B$ 에 대하여  $\Pi_B = 0$ 이며, [정리 2]에서 (b)가 균형이기 위한 조건  $P_A \leq P_B + \alpha + \beta - \max\{s, t\}$ 이 만족되는 한에서  $\Pi_A = N \cdot P_A$ 이므로,  $P_A^* = P_B^* + \alpha + \beta - \max\{s, t\}$ 임을 쉽게 보일 수 있다.

(h)의 경우에는  $\partial \Pi_A / \partial P_A = 0$  및  $\partial \Pi_B / \partial P_B = 0$ 의 1계 필요조건(FONC, First Order Necessary Condition)을 위한 연립방정식을 풀어서  $P_A^*$  및  $P_B^*$ 를 위 정리와 같이 얻을 수 있다. 2계 충분조건(SOSC, Second Order Sufficient Condition)을 점검하기 위해 Hessian 행렬(H) 구하면 아래와 같다.

$$H = \frac{Q}{|M|} \cdot \begin{bmatrix} -\frac{3}{2} & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$$

따라서 극대화를 위한 SOSC는  $Q/|M| > 0$ 일 것을 요구한다.  $\Pi_A$  및  $\Pi_B$ 는  $P_A^*$ 와  $P_B^*$ 를 직접 대입하여 정리한 것이다.

균형상태 (d)~(g)에 대해서는 이들이 최선의 균형이 되지 못함을 보이면 된다. 예를 들어, (d)의 경우  $\alpha - \beta - t - 1 > 0$ 인 조건에서는  $\Theta^m = (\Delta + 1)/(\alpha - t) \in (0, 1)$ 인  $\xi = (\Theta^m, 0)^T$ 에서 플랫폼 A의 극대화를 위한 SOSC이  $\alpha < t$ 임을 요구하는데, 이는 (d)의 균형



이 성립하기 위한 조건 [정리 2]의 (d) 참조)과 모순된다. 따라서 (d)가 균형상태일 경우  $\alpha > t$ 이어야 하는데, 이는 선도적 사업자 A에게 최선의 균형이 아니므로, 사업자는  $P_A$ 를 조정하여 자신에게 보다 유리한 상태로 이동하고자 할 것이다.  $\alpha > t$ 인 경우 현재 균형상태에서  $P_A^* = (\alpha - t) \cdot (N_U - N_S) / (N_U - 1)$  가 양의 값을 가진다면,  $\partial \Pi_A / \partial P_A = 0$ 이고  $\partial \Theta^m / \partial P_A > 0$ 이므로,  $P_A$ 를 증가시켜  $\xi = (1, 0)^T$ 에 점근적으로 가까운 상태로 이전함으로써 플랫폼사업자 A의 이득을 개선할 수 있다. 그러나  $\xi = (1, 0)^T$ 는 앞에서 이미 무의미한 균형으로 배제되었으므로, 사업자 A의 이러한 행태를 시장에서 관찰하기 어려울 것이다.

(e), (f), (g)에 대해서도 (d)와 유사한 방식으로 균형상태에서 플랫폼 A의 이익극대화를 위한 SOSOC에서 요구하는 조건이 균형상태를 위한 조건과 모순됨을 보일 수 있다. 따라서 이들 균형은 최선의 균형이 아니다. 또한 (f)는 (d)와 마찬가지로 무의미한 경계 균형으로 점근적으로 수렴할 것이기 때문에 논의에서 제외되어야 한다.

그러나 (e)와 (g)의 경우에는 사업자 A가 가격 조정을 통하여 점근적으로 가까운 경계 균형인  $\xi = (1, 1)^T$ 로 유도할 유인이 존재한다. 따라서 (e)와 (g)의 경우에는 최선의 경계 균형인  $\xi = (1, 1)^T$ 로 수렴함을 보일 수 있다. 예를 들어, (e)의 경우,  $\xi = (\Theta^m, 1)^T$ 이 균형상태가 되기 위해서는  $\alpha < t$ 임을 요구하는 SOSOC는 성립될 수 없다. 그렇다면  $\alpha > t$ 에서는  $\partial \Pi_A / \partial P_A = 0$ 이고  $\partial \Theta^m / \partial P_A > 0$ 이므로  $P_A$ 를 증가시켜 보다 큰 이익을 기대할 수 있으며 이는 궁극적으로 현 균형상태를 경계 균형  $\xi = (1, 1)^T$ 으로 이끈다. (g)의 경우에도 위와 비슷한 절차에 따라 경계 균형에 점근적으로 수렴한다는 것을 보일 수 있다. ■

플랫폼 사업자 간 Stackelberg 경쟁을 전제로 할 때, 가능한(최선의) 균형상태는 내부 균형이거나 모든 참여자가 플랫폼 A를 선택하는 경계 균형 뿐이다. 특히, 경계 균형에서만 플랫폼 A는 플랫폼 B에

대해 높은 가격을(즉,  $\Delta^* > 0$ ) 부과할 수 있고, 내부 균형에서는 오히려 플랫폼 B에 비해 낮은 가격을 부과하여야만 이익을 극대화할 수 있다. 따라서 사업자 A의 입장에서는 내부 균형보다  $\xi = (1, 1)^T$ 의 경계 균형에서 더 큰 이익을 기대할 수 있다. 그러나 [정리 3]의 (h)에서 보는 바와 같이, 사업자 A가 양대 시장을 독식하는 경계 균형에서도 사업자 A의 이득은 제한적이다. 즉, 사업자 A가 누릴 수 있는 가격 프리미엄의 상한은 직/간접적 네트워크효과와 합( $\alpha + \beta$ )과 플랫폼 A 사용에 귀속되는 비용( $s$  혹은  $t$ )의 차이에( $\alpha + \beta - \max\{s, t\}$ )의해 결정된다.

경계 균형이 내부 균형에 비해 더 높은 실현가능성을 가진다는 것은 내부 균형에 대한 보다 상세한 분석을 통해서도 보여진다. 내부 균형에서 사업자 A의 극대화 조건은  $Q/|M| > 0$ 을 요구한다. Q의 정의에서 볼 때, 대부분의 파라미터 범위에서  $Q > 0$ 일 것이므로, 이 조건은 결국 내부 균형의 안정성 조건 중 하나인  $|M| > 0$ 에 주로 의존할 것이다. 그런데 앞 절에서 이 조건은 매우 제한적으로만 실현 가능하다는 것을 보았다. 따라서 직접적 네트워크 효과가 간접적 네트워크효과를 크게 지배하는 매우 제한적인 경우에 대해서만 양대 시장에서 경쟁적인 플랫폼이 공존하는 균형이 가능하다.

만약  $|M| < 0$ 이어서 불안정한 내부 균형(예를 들어, 제 3.2절에서 본 안장점 등)에 해당된다면 이는 극대화 조건도 만족하지 못할 가능성이 높다. 또한 이러한 균형에서는  $P_A$ 가 증가함에 따라 플랫폼 A를 선택하는 참여자가 증가하는( $\partial \Theta^m / \partial P_A$  및  $\partial \Phi^m / \partial P_A > 0$ ), 특이한 가수요적(fictitious demand) 현상도 나타난다. 이러한 불안정한 내부 균형이 실현되었다면, 플랫폼 A는 사용자시장 혹은 공급자시장 중에서 어느 하나(혹은 양쪽 모두)가 먼저 자신의 플랫폼으로 '거의' 독점되는 수준으로 가격을 책정하여 불안정한 내부 균형에서(자신에게 유리한 방향으로) 이탈할 것이다. 그러나 시장이 순간적으로 흔들려 얻어진 새로운 균형도 여전히 불안정하기 때문에, 다시 약간의 가격조작과 같은 인위적 충격을 통해 모든 시장이 플랫폼 A로만 구속되는 경계

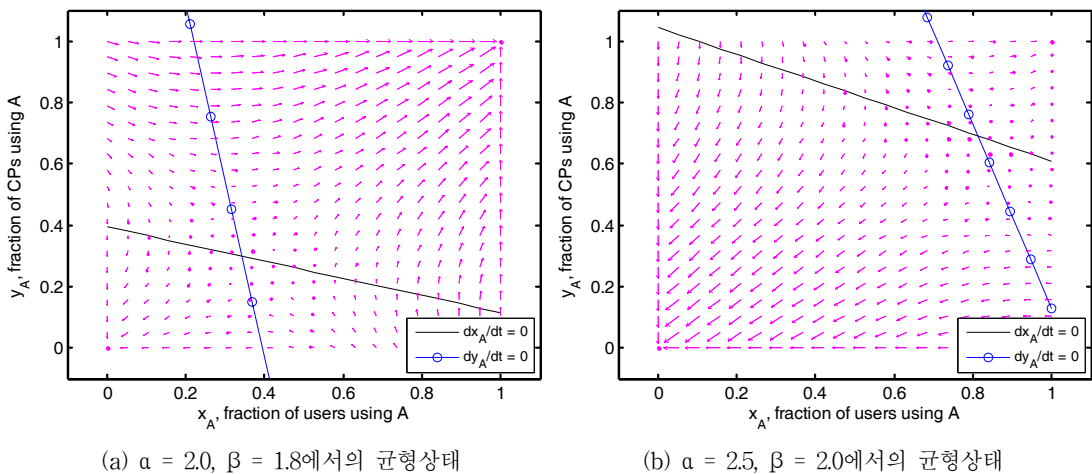
균형으로 귀착되도록 시도할 것이다(이러한 시나리오에 대해서는 제 5장의 [그림 4]를 참조). 따라서 내부 균형이 시장지배력이 있는 사업자 A에게 최선의 균형이 될 가능성은 (규제 등의 정부의 개입이 없는 상황에서는) 불안정한 내부 균형을 가정할 경우에도 거의 없다.

## 5. 예제 및 토의

이제 몇 가지 대표적인 예와 더불어 양면시장에서의 진화게임 모형에 관한 분석 결과를 살펴 보자. 먼저, 제 3장과 제 4장의 모형 수립과 분석에서 동태적 조정 과정의 속도를  $\rho = 1$ 로 고정할 것과 마찬가지로, 본 절의 예제에서도 이를 가정한다. 다음 그림은  $s = 1.5$  및  $t = 1.2$ 일 때,  $\alpha$ 와  $\beta$ 의 변화에 따른 균형상태와 그 주변의 위상도(phase diagram)를

보여준다. 즉, 아래 그림은  $(x_A, y_A)$ 에 대한 상태공간(state space)을 바탕으로 확산방정식에 따른 동태적 조정 과정에서 두 분계선(demarcation curve)과 이에 따른 균형을 도기한 것이다. 그림에서의 화살표는 해당 영역에서 시스템이 시작할 때, 상태변수가 이동하게 될 흐름의 방향(flow direction)을 나타낸다.

[정리 3]에서 보았듯이, 선도적 플랫폼 사업자 A는 자신의 수입이 극대화되는 최선의 균형 중 하나로 유도하기 위하여 가격 파라미터  $\Delta$ 를 이용할 것이다. [그림 4]에서 수입이 극대화되는 균형은  $\xi = (1, 1)^T$ 에서 발생하며 이 때의  $\Delta^*$ 는 3보다 조금 낮은 수준이다. 만약 현재 상태가 불안정한 내부 균형  $\xi = (0.370, 0.305)^T$ 에 있다면([그림 4](a)), 사업자 A는 가격을 조금 더 낮추어 의도적으로 불안정한 내부 균형을 흔들어서 시장의 균형상태를 바꾸고자 할



[그림 4] 위상도와 균형상태 : 내부 균형과 경계 균형

위상도의 검은색 실선은 사용자시장에서의 플랫폼 분포의 변화율 상태(즉,  $\dot{\mathbf{x}} = 0$ 인 분계선)를 나타내며, 파란색 점선은 공급자시장에서의 분계선( $\dot{\mathbf{y}} = 0$ )을 나타낸다. 두 분계선이 교차하는 지점에서 내부 균형이 달성되는데, a)와 b) 모두 불안정한 내부 균형이 발생하는 경우를 도식한다. 불안정한 내부 균형이 발생하는 이유는 주어진 파라미터에서 시스템의 특성근 중 하나가 양수가 되기 때문이다(이에 따라 행렬식은  $|\mathbf{M}| = -7.7$ 로 음수가 되나,  $2\alpha > t+s$ 이므로 균형을 중심으로 복서 및 남동 방향으로의 안정적인 안장점 내부 균형이 됨[정리 1] 참조)). 그런데 [그림 4](a)와 [그림 4](b) 모두 경계 균형  $(1, 1)$  근처에서 화살표의 흐름은 이 경계 균형이 안정적임을 시사한다. 이는 위 예에 적용된 파라미터가 [정리 2]에서 명시된 안정성 조건(즉, 가격 차이( $\Delta$ )가  $\alpha+\beta-s$ 보다 작아야 함)를 만족한다는 것으로도 확인할 수 있다. 이 경계 균형은 양대 시장이 모두 플랫폼 A로 쏠리는 경우를 나타낸다.

것이다. 이 경우, [그림 4](b)에서 보는 바와 같이, 자신에게 유리한 경계 균형  $\xi$ 에 보다 가깝게 옮겨 갈 수 있다. 이러한 가격 조작(price manipulation)을 통해 일단 경계 균형에 도달한 후에는 가격수준을  $\Delta^*$ 까지 다시 높임으로써 플랫폼 사업자 A는 이익을 극대화할 수 있다.

[그림 5]는 Stakelberg 게임에서 플랫폼 사업자의 능동적 역할을 전제로 할 때(즉, 선도자인 플랫폼 A가 내부 균형에 대해 최적 가격정책을 펼친다고 할 때), 본 연구모형의 주요 파라미터인 직접 및 간접적 네트워크효과( $\alpha$  및  $\beta$ )와 양대 시장에서의 플랫폼 점유율( $x_A$  및  $y_A$ ) 간의 관계를 보여준다. 특히, 위에서는 네트워크효과적 측면에서는 리더인 A가 유리해지지만( $\alpha = 2(>1)$ )로 고정된 상태에서  $\beta/\alpha > 0.5$ 가 되면서 리더 A의 네트워크효과가 B보다 절대적으로 유리해짐), 거래비용 측면에서는 오히려 플랫폼 B가 유리한 경우(A의 거래비용  $s, t > 1$ )를 다룬다. 이는 iPhone 플랫폼과 Google Android 플랫폼의 사례에 비견될 수 있다.<sup>11)</sup>

[그림 5](a)에서 보듯이 불안정한 균형상태에서 플랫폼 A를 선택하는 비율은, 네트워크효과의 상대적 크기( $\beta/\alpha$ )가 변함에 따라 사용자시장과 공급자 시장에서 상이하게 나타난다. 먼저, 사용자시장의 경우 간접적 네트워크효과가 상대적으로 커짐에 따라 플랫폼 A의 시장점유율이 점차 감소한다. 이에 반하여, 공급자시장에서 플랫폼 A의 시장점유율은  $\beta/\alpha$ 의 크기에 따라 증가하다가, 특정 시장점유율을 달성한 이후 완만하게 하락하는 양상을 보인다.

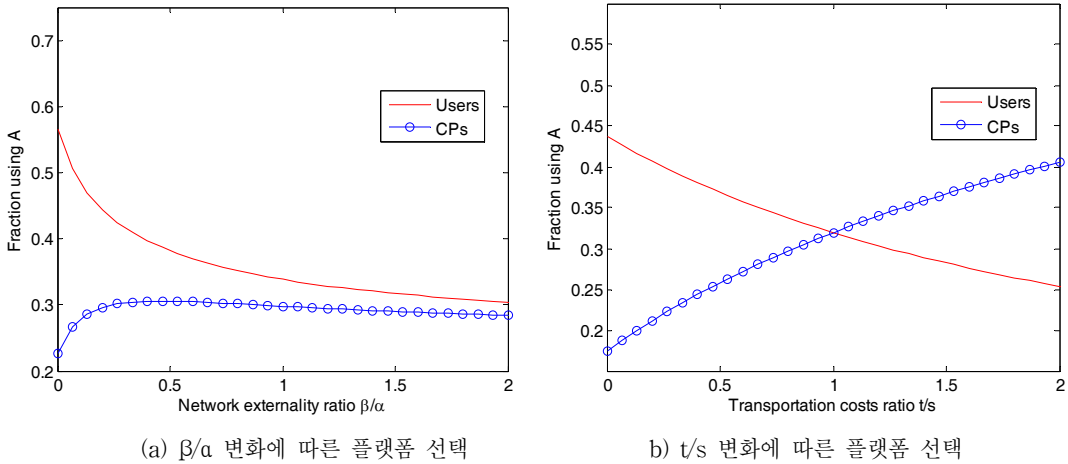
그런데 사실 위 양대 시장의 행태는 서로 밀접히 관련된다. 먼저, 플랫폼에 귀속되는 거래비용 파라미터  $s$ 와  $t$ 가 고정되어 있으며,  $s$ 와  $t$ 가 모두 1보다 크기 때문에 간접적 네트워크효과( $\beta$ )가 1보다 작은

(즉,  $\beta/\alpha < 0.5$ ) 상황에서는 사용자시장에서 균형( $x_A$ )은 직접적 네트워크효과와 거래비용( $t$ ) 모두에 더 큰 영향을 받을 것이다. 이러한 상황에서 네트워크효과가 CP를 플랫폼 A로 유인함에 있어서 한계를 보인다면([그림 5](a)에서 파란색 점선), 간접적 네트워크효과에 의해 사용자를 A로 유인하는 것을 방해할 뿐만 아니라 오히려 사용자들을 A로부터 이탈시키는 유인으로 작용한다. 이는 다시 CP의 플랫폼 A에 대한 매력도를 감소시키는 부정적 피드백(negative feedback)으로 작용할 것이다(그러나 A를 선택한 CP의 비율이 급속히 줄지 않는 이유는, 공급자시장에서 이미 플랫폼 A를 선택한 집단의 직접적 네트워크효과가 크기 때문이다.  $\alpha = 2$ 임을 참조하라).

[그림 5](b)는 양면시장에서도 직/간접적 네트워크효과와 더불어 플랫폼에 귀속되는 거래비용의 크기가 내부 균형 형성에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 보여준다. 또한 사용자시장과 공급자시장에 거래비용 파라미터의 변화에 상이하게 반응함을 알 수 있다. 먼저, 사용자시장에서는  $t/s$ 가 증가함에 따라 해당 시장에서의 플랫폼 A에 대한 매력도가 감소하기 때문에 A의 시장점유율이 낮아진다. 그러나 공급자시장에서는 이와 반대의 행태를 보인다. 거래비용  $s$ 와  $t$ 를 모두 1보다 작게 유지하는 경우에도 [그림 5](b)와 같은 행태는 유지되었으나, 그 변화의 폭은 당연히 작았다. 예를 들어, (본문에서 그림으로 도시하지는 않았으나)  $s$ 와  $t$ 를 모두 위의 10%로 하였을 때, 거래비용 증가에 따른 플랫폼 A의 시장점유율은 5% 이상 하락하지 않았다.

[그림 4]에서 보듯이, 불안정한 균형이 외부 충격으로 인하여 쏠리게 됨을 고려할 때, 네트워크효과가 증대됨에 따라 선도자인 플랫폼 A가 이러한 임시적 균형으로부터 벗어나려는 보다 강한 유인을 받을 것이라고 유추할 수 있다. 즉, 플랫폼사업자 A가 가격 조작을 통해 양대 시장을 자신에게 유리한 방향으로(예를 들어,  $\xi = (1, 1)^T$ 의 경계 균형으로) 유도할 때 발생하는 이득의 증분은 네트워크효과에 비례하여 점차 커질 것이다. 그런데 이러한 조작과

11) 현상황에서 iPhone과 Apple의 여러 장점은 충성도 높은 고객을 유지하는 등의 네트워크효과 측면에서 Google보다 큰 것으로 보인다. 그러나 iPhone 플랫폼의 개방성은 Google에 비해 상대적으로 낮기 때문에 거래비용적 측면에서는 후자가 더 유리할 것이다.



[그림 5] 직/간접적 네트워크효과에 따른 사용자시장에서의 플랫폼 선택 : 내부 균형의 경우

내부 균형을 전제로 할 때, 빨간색 실선과 파란색 점선은 각각 사용자시장과 공급자시장에서 플랫폼 A의 점유율을 나타낸다. 먼저  $\alpha = 2, s = 1.5, t = 1.2$ 로 고정된 상태에서  $\beta$ 를 0부터  $\alpha$ 의 두 배까지 변경시키면서 시장 점유율의 구조 변화를 추적한 결과를 [그림 5](a)에 도시하였다. 이를 통해 직접적 네트워크효과와 간접적 네트워크효과와의 상대적 크기가 양면시장의 균형들에 미치는 영향력을 살펴 볼 수 있다. [그림 5](b)에서는  $\alpha = 2, \beta = 1.8, s = 1.2$ 에 고정시키고  $t$ 를 0부터  $s$ 의 두 배까지 변경시키면서 플랫폼에 고유한 귀속비용(transportation costs)의 상대적 크기가 내부 균형에 미치는 효과를 파악할 수 있다. 위 파라미터 범위에서 내부 균형들은 불안정하므로(모든 경우에  $|M| < 0$ 임), 과도기 상태로만 존재할 것이다.

정에서 비용이 발생한다면 상황은 달라질 수 있다. 예를 들어 아무리 불안정한 균형이라고 하더라도 경계 균형과의 차이가 매우 크고 그 차이에 비례하여 조작과정에서 비용이 발생한다면, 실패가 발생하지 않을 수도 있을 것이다. 그러나 본 연구모형에서는 이러한 비용을 반영하지 않고 있기 때문에 불안정한 내부 균형은 궁극적으로 경계 균형으로 이동하게 된다.

그런데 실제로는 경계 균형에 도달할 때까지 오랜 시간이 소요될 수도 있다.<sup>12)</sup> 이 경우 경계 균형

이 이론적으로 예상되는 장기적 균형상태(long-run equilibrium)라고 해도 이는 현실적으로 과도기상에서 존재하는 (불)안정적 내부 균형의 연속적 전이에 의해 달성될 것이다. 특히 실현가능한 파라미터의 범위를 고려할 때, 우리가 현실에서 관찰하는 균형상태는 불안정적 내부 균형이 사업자의 효과적인 가격정책에 의해 점차 경계 균형으로 유인되어 가는 단계로 해석될 수 있다. 또한 그러한 과도기에서 파라미터들의 값에 변동을 초래하는 외부 충격(대체기술의 개발, 사용자 선호도의 변화 등)이 발생할 수도 있다. 이러한 외부 충격은 경계 균형으로의 실패를 방해할 수도 있다.

[그림 5]에서의 실험 결과들은 위와 같은 해석을 뒷받침한다. Stackelberg 경쟁 가정에 의해 플랫폼 사업자 A는 가격정책에서 절대적으로 유리한 위치에 있음을 상기하자. 그럼에도 불구하고, Hotelling 모형에서 태생적으로 일부 유리한 위치([그림 5](b)에서  $t/s < 1$ 인 구간을 참조)에 있을 때 조차도 A

12) 이는 동태적 조정 과정에서 그 속도를 조절하는 파라미터  $\rho$ 에 의해 결정될 것이다. 그러나  $\rho$ 의 크기는 앞의 제 3장과 제 4장에서의 분석에서 질적 변화를 야기하지는 않기 때문에  $\rho = 1$ 로 설정하였다. 위에서 언급한 조절 속도의 영향력을 분석적으로 고려하려면 시스템 반응에 시차가 존재하는 지연모형(delay model)으로 수정이 필요하다. 본 연구에서는 모형의 수정 없이 조정 과정의 과도기 단계를 해석하여 설명하고 있을 뿐이다.

에게 유리한 경계 균형( $\xi = (1, 1)^T$ )에 가깝게 이동하지 못하고 있다. 이는 사용자와 공급자의 가입게임이 느리게 진행되는 반면에 외생적 요인(기술 발전 등)은 매우 빠르게 변하는 상황에서는 불안정한 내부 균형을 이동이 경계 균형으로 귀착되지 못하고 상태공간 내부에서 맴돌 수도 있음을 의미한다. 스마트폰 시장에서 iPhone이 유리한 위치에서 출발하였고 경쟁 플랫폼인 Google의 Android가 3년 넘게 뒤쳐져 상용화되었음에도 불구하고, iPhone이 사용자시장과 공급자시장을 모두 독식하지 못하고 후발 사업자의 침투를 허용하게 된 이유도 위와 같은 관점에서 설명될 수 있다.

## 6. 결 론

이상에서 컨버전스 산업생태계의 특징으로 부각되는 양면시장에서 플랫폼 간 경쟁을 수리적 모형을 통해 분석하였다. 특히, 양면시장에서 플랫폼 간 경쟁을 가입게임(subscription game)으로 모형화하고 진화게임에서의 확산방정식(동태적 복제식, replicator dynamics)을 차용하여 게임의 가능한 균형상태와 동태적 조정 과정 등을 살펴보았다. 먼저 진화게임 모형을 통해, 양면시장에서 경쟁하는 플랫폼 간 시장점유율(균형상태)의 명시해(closed form solution)를 직/간접적 네트워크효과와 같은 주요 파라미터의 함수로 도출하였다. 또한 각 균형의 안정성을 위한 구체적 조건들을 규명하여 시스템의 다양한 양태와 동태적 행태를 분석하고 전망할 수 있었다. 특히, 경쟁 플랫폼이 공존하는(coexist) '내부 균형'이 발생할 조건과 이의 안정성 및 불안정성의 가능성을 검토하였다. 제 3장 [정리 1]에서 보듯이, 내부 균형이 안정적일 파라미터 범위는 매우 제한적이다. 이러한 이유에서 최소한 어느 한 시장에서는 특정 플랫폼만 독세하는 '경계 균형'도 분석하였다[정리 2] 참조). 마지막으로, 기술적으로 우월한 플랫폼에 의해 주도되는 Stackelberg 경쟁에서 선도 사업자에게 유리한 균형으로 시장의 쏠림(market tipping)을 유도하는 플랫폼 사업자의 가격정책에 대

해서도 살펴보았다. [정리 3]은 Stackelberg 경쟁을 전제로 할 때, 내부 균형은(안정성 여부를 떠나) '최선의 균형(best equilibrium)'이 되지 못함을 시사한다. 따라서 선도 사업자는 가격정책을 통해 시장을 흔들어서 자신에게 유리한 경계 균형으로 가고자 할 것임을 예상할 수 있다.

그러나 내부 균형에 대한 또 다른 해석도 가능성을 지적하였다. 즉, 장기 균형은 이론상으로만 존재하며, 실제로는 장기균형으로 수렴하는 과정에서 기술 발전과 같은 다양한 환경 변화가 내부 균형을 다른 방향으로 이끌 수도 있다. 이러한 맥락에서 본다면, 현재 관찰되는 균형은 불안정한 내부 균형들이 느리게 이동하는 과정의 한 단면일 것이다. 제 5장의 내부 균형에 대한 파라미터 민감도 실험(parametric experiment)을 통해 위와 같은 해석의 가능성을 검토하였다.

본 연구는 아래와 같은 한계점을 가지고 있으며, 이는 향후 연구주제이기도 하다. 첫째, 공급자와 사용자 이득함수를 모두 선형의 가합적 형태(additive form)로 설정하였는데, 비선형성이 강한 승합적 형태(multiplicative form)의 경우에도 질적으로 동일한 결론이 도출되는지 알아 볼 필요가 있다. 둘째, 공급자 및 사용자 이득의 총합을 사회적 편익(social value)의 평가지표로 삼을 때, 기존의 선행연구들과 일치하거나 상반되는 결과가 도출되는지를 검토해 보아야 할 것이다. 만약 상반되는 결과가 도출된다면 모형의 어떠한 요소가 이러한 차이를 야기하는지도 알아보아야 한다. 셋째, 플랫폼이 서로를 대체할 수도 있지만 상호 보완적일 경우도 존재한다. 이와 관련하여 독점적 플랫폼 사업자가 부분적으로 보완적인 별개의 플랫폼을 운영하는 경우를 Kim and Musacchio[15] 등이 살펴 본 바 있으나 이 모형을 경쟁 사업자에 대한 동태적 모형으로 확장할 수 있다. 마지막으로, 사업자 간 경쟁이 Stackelberg 이외의 다른 형태로 진행되는 경우를 분석하고 양자의 차이점을 비교해 보는 것도 의미 있을 것이다. 이러한 비교는 사회적으로 바람직한 게임의 규칙과 제도에 대해 시사하는 바가 크다. 앞으로 위와 같은

연구질문에 대한 답을 구하기 위해 현재의 모형을 보완하고 확장할 계획이다.

## 참고 문헌

- [1] 김도훈, “컨버전스 산업생태계에서 플랫폼의 역할 : 이동통신산업을 중심으로”, 『Working Draft』, 2010.
- [2] 김도훈, “독점적 망사업자에 대한 망중립성 정책의 타당성 분석 : 양면시장 관점에서 본 망중립성 이슈”, 『정보통신정책연구』, 제16권, 제2호(2009), pp.101-129.
- [3] Armstrong, M., “Competition in Two-Sided Markets,” *The Rand Journal of Economics*, Vol.37, No.3(2006), pp.668-691.
- [4] Boyce, W.E. and R.C. DiPrima, *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*, Wiley, 1997.
- [5] Caillaud, B. and B. Jullien, “Chicken and Egg : Competition among Intermediation Service Providers,” *The Rand Journal of Economics*, Vol.34, No.2(2003), pp.309-328.
- [6] Economies, N. and J. Tag, “Net Neutrality on the Internet : A Two-Sided Market Analysis,” *Working Paper #07-40*, NYU Center for Law and Economics, 2007.
- [7] Edwards, C. and D. Penney, *Elementary Differential Equations with Boundary Value Problems* (5<sup>th</sup> ed.), Prentice Hall, 2003.
- [8] Eisenmann, T., G.G. Parker, and M.W. van Alstyne, “Strategies for Two-Sided Markets,” *Harvard Business Review*, October Issue (2006), pp.2-11.
- [9] Evans, D.S., “Some Empirical Aspects of Multi-sided Platform Industries,” *Review of Networks Economics*, Vol.3, No.1(2003), pp. 191-209.
- [10] Friedman, D., “Evolutionary Games in Economics,” *Econometrica*, Vol.59, No.3(1991), pp. 637-666.
- [11] Hagiu, A., “Proprietary vs. Open Two-Sided Platforms and Social Efficiency,” *Working Paper #06-12*, AEI-Brookings Joint Center for Regulation Studies, 2006.
- [12] Gintis, H., *Game Theory Evolving*, Princeton Univ. Press, 2000.
- [13] Katz, M.L. and C. Shapiro, “Systems Competition and Network Effects,” *Journal of Economic Perspectives*, Vol.8, No.2(1994), pp.93-115.
- [14] Katz, M.L. and C. Shapiro, “Network Externalities, Competition and Compatibility,” *The American Economic Review*, Vol.75, No.3 (1985), pp.424-440.
- [15] Musacchio, J. and D. Kim, “Network Platform Competition in a Two-Sided Market : Implications to the Net Neutrality Issue,” *Proceedings of 39<sup>th</sup> TPRC Conference*, Arlington, VA, 2009.
- [16] Parker, G.G. and M.W. van Alstyne, “Two-Sided Network Effects : A Theory of Information Product Design,” *Management Science*, Vol.51, No.10(2005), pp.1494-1504.
- [17] Robson, A., “The Evolution of Strategic Behavior,” *Canadian Journal of Economics*, Vol. 28(1995), pp.17-41.
- [18] Rochet, J.C. and J. Tirole, “Platform Competition in Two-Sided Markets,” *Journal of the European Economic Association*, Vol.1, No.3 (2003), pp.990-1029.
- [19] Rochet, J.C. and J. Tirole, “Two-Sided Markets : a Progress Report,” *The Rand Journal of Economics*, Vol.37, No.3(2006), pp.645-667.
- [20] Sigmund, K. and M.A. Nowak, “Evolutionary Game Theory,” *Current Biology*, Vol.9, No. 14(1999), pp.R503-R505.

## 〈부 록〉

### • [정리 2]의 증명

내부 균형에 대한 (h)은 [정리 1]을 반복한 것이므로 증명은 생략한다. 경계 균형에 대한 (a)~(g)의 경우, 각각에 대하여  $\xi$ 가 앞의 제 3.1절에서 기술한 균형의 정의에 부합됨을 보임으로써 균형임을 증명할 수 있다.

먼저, 시장에서 어느 한 플랫폼으로만 수렴되는 (a)~(c)의 경우를 살펴 보자. 예를 들어, (a)의 경우 제 3.1절에서 정의한 균형조건 ③과 ⑥이 성립하기 위해서는 모든  $\theta, \phi (\in [0, 1])$ 에 대하여  $(t+1) \cdot \theta \geq -\Delta-1$  이고  $(s+1) \cdot \phi \geq -\Delta-1$ 이어야 한다. 이는 공통 우변이  $-\Delta-1 \leq 0$ , 즉,  $\Delta \geq -1$ 이면 만족된다. (b)의 경우도 (a)와 마찬가지로 방식으로 균형이 되기 위한 조건을 찾을 수 있다.

(c)의  $\xi$ 들은 현실에서 존재하기 어려운 불합리한 시장점유율에 해당하므로, 이를 배제할 수 있는 조건을 찾는다. 예를 들어,  $\xi = (1, 0)^T$ 가 균형이 되기 위한 조건 ②와 ⑥이 동시에 성립하지 않으려면, 어떤  $\theta, \phi \in [0, 1]$ 에 대하여  $(t+1) \cdot \theta \leq \alpha-\Delta$  이고  $(s+1) \cdot \phi < -\Delta-1$ 이거나  $(t+1) \cdot \theta > \alpha-\Delta$  이고  $(s+1) \cdot \phi \geq -\Delta-1$ 이어야 한다. (c)의 조건은  $\theta = 1, \phi = 0$ 에서 혹은 를 정리한 충분조건이다.  $\xi = (0, 1)^T$ 에 대해서도 이와 동일한 방식으로 균형이 성립하지 않는 충분조건을 찾을 수 있다((c)의 뒷부분은  $\theta = 0, \phi = 1$ 에 대한 충분조건을 정리한 것임).

한 시장은 특정 플랫폼으로 수렴하나 다른 시장에서는 두 플랫폼이 공존하게 되면 (d)~(g) 유형의 경계 균형이 나타난다. 이들이 균형이 되기 위한 조건을 보이는 방식은 동일하므로, 지면 관계상 여기에서는 균형 상태 (d)에 대해서만 그 조건을 도출하는 과정을 소개한다. 먼저, 제 3.1절의 균형조건 ①과 ⑥이 성립하기 위해서는 다음의 조건식들이 만족되어야 한다. 즉, 모든  $\phi (\in [0, 1])$ 와 모든  $\theta \leq \theta^m$ 에 대하여,  $\textcircled{C} \alpha \cdot \theta^m - t \cdot \theta - P_A \geq 1 - \theta^m + \theta - P_B$ 이고  $\textcircled{D} \beta \cdot \theta^m - s \cdot \phi - P_A \leq 1 - \theta^m + \phi - P_B$ . 식  $\textcircled{C}$ 는 한계사용자의 정의에 의해  $\theta = \theta^m$ 에서는 등식으로 만족되어야 한다. 이로부터  $\theta^m = (\Delta+1)/(\alpha-t)$  임을 알 수 있다.  $\theta^m \in (0, 1)$ 이기 위해서는  $\alpha > t$ 일 때  $-1 < \Delta < \alpha-t-1$ ,  $\alpha < t$ 일 때  $-1 > \Delta > \alpha-t-1$ 이 성립되어야 한다. 또한  $\textcircled{D}$ 에  $\theta^m$ 을 대입하여  $\alpha > t$ 일 때  $\alpha-t-1 \leq \beta$ ,  $\alpha < t$ 일 때  $\beta \leq \alpha-t-1$ 이 만족되어야 함을 알 수 있다. 위 조건들을 결합하면 (d)와 같이 정리된다.

내부 균형의 안정성 조건은 이미 [정리 1]에서 보인 바와 같다. 경계 균형에서의 안정성 혹은 불안정성을 보이기 위하여 먼저, 각 균형상태  $(\bar{\theta}, \bar{\phi})$ 에서 식 (6)을 Taylor 전개하여 선형근사(linear approximation)시키면 아래와 같다.<sup>13)</sup>

$$\begin{aligned} \dot{\theta} = f(\theta, \phi) &\approx F(\theta, \phi)_{(\bar{\theta}, \bar{\phi})} \equiv [2(\alpha-t) \cdot \bar{\theta} + (\beta+1) \cdot \bar{\phi} - \Delta - 1] \cdot \theta + (\beta+1) \cdot \bar{\theta} \cdot (\phi - \bar{\phi}) - (\alpha-t) \cdot \bar{\theta}^2 \\ \dot{\phi} = g(\theta, \phi) &\approx G(\theta, \phi)_{(\bar{\theta}, \bar{\phi})} \equiv [(\beta+1) \cdot \bar{\theta} + 2(\alpha-s) \cdot \bar{\phi} - \Delta - 1] \cdot \phi + (\beta+1) \cdot \bar{\phi} \cdot (\theta - \bar{\theta}) - (\alpha-s) \cdot \bar{\phi}^2 \end{aligned}$$

경계 균형에서 안정성에 대한 증명은 크게 두 가지 유형으로 나뉜다. 먼저 (a), (d), (f)의 경우, 해당 균형  $\xi$ 은  $f(-)$ 와  $g(-)$ 의 정상점(stationary point, rest point)이 된다. 즉,  $\xi$ 에서 식 (6)의 우변과 이의 Taylor 전개식

13) 미분방정식  $\dot{x} = f(x)$ 에서  $f(-)$ 가 비선형(non-linear) 함수이어도, 임의의 지점  $\bar{x}$ 에서의 국지적 안정성은  $f(-)$ 를  $\bar{x}$ 에서 선형근사(linear approximation)한  $\dot{x} \approx F(x)\bar{x}$ 에서의 국지적 안정성과 다르지 않기 때문이다([4, 7] 등을 참조).

에서의 상수항  $f(\xi)$ 와  $g(\xi)$ 는 모두 0이 된다 : 즉,  $\dot{\theta} = \dot{\phi} = 0$ . 이 경우 Taylor 전개에 의한 선형근사식  $F(-)$  및  $G(-)$ 는,  $f(-)$  및  $g(-)$ 를  $\xi$ 에서 평가한 Jacobian 행렬  $J_{\xi}$ 에 의해 지배된다. 따라서  $J_{\xi}$ 의 고유치  $\lambda_1, \lambda_2$ 의 부호(sign)에 따라 해당 균형의 안정성이 결정된다(Edwards and Penney[7]). (a)에서  $J_{(0, 0)}$ 의 고유치는 중근(multiple roots)으로  $\lambda_1 = \lambda_2 = -\Delta-1$ 이며, 모든 고유치가 음(-)이 되기 위한 조건은  $\xi = (0, 0)^T$ 가 균형이 되기 위한 조건과 동일함을 알 수 있다. (d)의 경우,  $J_{(\Delta+1/\alpha-t, 0)}$ 의 고유치는  $\lambda_1 = \Delta+1$  및  $\lambda_2 = (\Delta+1) \cdot \Omega_t / (\alpha-t)$ 이며,  $\alpha < t$ 이면 모든 고유치가 음(-)이 되므로 균형은 안정적이거나,  $\alpha > t$ 이면 균형은 모든 고유치가 양(+)이 되어 불안정한 균형이 된다. (f)에서  $J_{(0, \Delta+1/\alpha-s)}$ 의  $\lambda_1 = \Delta+1$  및  $\lambda_2 = (\Delta+1) \cdot \Omega_s / (\alpha-s)$ 이며,  $\alpha < s$ 이면  $\lambda_1 < 0$ 이나  $\lambda_2 > 0$ 이 되고,  $\alpha > s$ 이면  $\lambda_1 > 0$ 이나  $\lambda_2 < 0$ 이 된다. 따라서 어떤 경우에도 이 균형은 안장점에 해당하는 불안정한 균형이 된다.

(b), (e), (g)의 경우에는 해당 균형  $\xi$ 가 정상점이 되지 못하므로, Jacobian 행렬의 고유치의 부호로부터 균형의 안정성을 판단할 수 없다. 대신  $f(-)$ 와  $g(-)$ 를 균형  $\xi$ 에서 선형근사하여  $\xi$ 의 근방(neighborhood)에서의 탈균형 동태성(off-equilibrium dynamics)을 분석할 수 있다. 먼저, (b)의 경우,  $\xi = (1, 1)^T$ 에서 선형근사된  $F(-)$ 와  $G(-)$ 가, 임의의 작은  $\varepsilon (> 0)$ 에 대한  $\xi$ 의 근방  $\xi_{\varepsilon} \equiv (1-\varepsilon, 1-\varepsilon)^T$ 에서 양(+)의 부호를 취하면,  $\xi_{\varepsilon}$ 은 궁극적으로  $\xi$ 로 수렴함을 의미한다. 실제로,  $F(-)_{(1,1)}$ 와  $G(-)_{(1,1)}$ 는  $\xi_{\varepsilon}$ 에서 각각  $(\alpha+\beta-t-\Delta) \cdot (1-2\varepsilon) - \varepsilon \cdot (\Delta+1)$  및  $(\alpha+\beta-s-\Delta) \cdot (1-2\varepsilon) - \varepsilon \cdot (\Delta+1)$ 이므로, 충분히 작은  $\varepsilon$ 에 대하여  $\xi$ 가 균형이 되는 조건인  $\Delta < \alpha+\beta - \max\{s, t\}$ 는 경계 균형  $\xi$ 가 안정적인 조건이기도 하다.<sup>14)</sup>

(e)와 (g)의 경우도 위와 유사한 방식을 적용할 수 있기 때문에, 여기에서는 (e)에 대해서만 그 분석과정을 소개한다.  $\xi = ((\Delta-\beta)/(\alpha-t), 1)^T$ 에서  $F(\theta, \phi)_{\xi}$ 와  $G(\theta, \phi)_{\xi}$ 는 아래와 같다.

$$F(\theta, \phi)_{\xi} = (\Delta-\beta) \cdot \theta + \frac{(\Delta-\beta) \cdot (\beta+1)}{\alpha-t} \phi - \frac{(\Delta-\beta) \cdot (\Delta+1)}{\alpha-t}$$

$$G(\theta, \phi)_{\xi} = (\beta+1) \cdot \theta + \frac{(\Delta-\beta) \cdot (\beta+1) + 2(\alpha-s) \cdot (\alpha-t) - (\Delta+1) \cdot (\alpha-t)}{\alpha-t} \cdot \phi - \frac{(\Delta-\beta) \cdot (\beta+1)(\alpha-s) \cdot (\alpha-t)}{\alpha-t}$$

먼저, 임의의  $\varepsilon$ 에 대한  $\xi$ 의 좌근방  $\xi_{\varepsilon-} \equiv ((\Delta-\beta)/(\alpha-t) - \varepsilon, 1-\varepsilon)^T$ 에서  $F(-)$ 와  $G(-)$ 는 아래와 같다.

$$F(\xi_{\varepsilon-})_{\xi} = -\frac{(\Delta-\beta) \cdot (\alpha+\beta-t+1)}{\alpha-t} \cdot \varepsilon$$

$$G(\xi_{\varepsilon-})_{\xi} = \frac{1}{\alpha-t} \cdot \{(\alpha-t) \cdot (\alpha-s-\Delta-1) + (\beta+1)(\Delta-\beta) - \varepsilon \cdot [(\beta+1) \cdot (\Delta-\beta) + (\alpha-t) \cdot (2\alpha-2s+\beta-\Delta)]\}$$

또한, 임의의  $\varepsilon$ 에 대한  $\xi$ 의 우근방  $\xi_{\varepsilon+} \equiv ((\Delta-\beta)/(\alpha-t) + \varepsilon, 1-\varepsilon)^T$ 에서  $F(-)$ 와  $G(-)$ 는 아래와 같다.

$$F(\xi_{\varepsilon+})_{\xi} = \frac{(\Delta-\beta) \cdot (\alpha+\beta-t+1)}{\alpha-t} \cdot \varepsilon$$

14) (a)와는 반대로  $\Delta < -1$ 이면, (b)의 균형조건이 성립할 때,  $\varepsilon$  크기에 상관없이  $F(\xi_{\varepsilon})_{\xi}$  및  $G(\xi_{\varepsilon})_{\xi}$ 가 양(+)의 값을 가진다. 그러나 여기서는 궁극적 안정성만을 고려하므로,  $\Delta < -1$ 의 조건이 반드시 필요한 것은 아니다.  $\Delta < -1$ 은 (a)와는 반대로, 모든 시장을 플랫폼 A가 지배할 수 있도록 플랫폼 B의 가격에 하한(lower bound)을 설정하는(또는  $P_A$ 에 상한(upper bound)을 설정하는) 조건이라고 볼 수 있다. 그러나 (b)의 경우 가격에 대한 조건이 (a)에서와 같이 절대적인 것은 아님을 증명과정에서 알 수 있다.



$$G(\xi_{e+})_{\xi} = \frac{1}{\alpha-t} \cdot \{(\alpha-t) \cdot (\alpha-s-\Delta-1) + (\beta+1) \cdot (\Delta-\beta) - \epsilon \cdot [(\beta+1) \cdot (\Delta-\beta) + (\alpha-t) \cdot (2\alpha-2s+\beta-\Delta)]\}$$

$\xi$ 가 안정적이기 위해서는  $F(\xi_{e-})_{\xi}$ ,  $G(\xi_{e+})_{\xi}$ ,  $G(\xi_{e-})_{\xi}$ 는 모두 양(+)의 값을 가져야 하며,  $F(\xi_{e+})_{\xi}$ 는 음(-)의 값을 가져야 한다(그렇지 않다면  $\xi$ 로부터 탈균형 상태인  $\xi_e$ 는 다시  $\xi$ 로 돌아갈 수 없다). 그런데  $\alpha > t$ 일 때,  $F(\xi_{e-})_{\xi} > 0$  및  $F(\xi_{e+})_{\xi} < 0$ 의 조건은  $\alpha+\beta-t+1$ 와  $\alpha-\beta-t-1$ 이 서로 다른 부호를 가질 것을 요구한다. (e)의 균형조건  $\Delta > \beta$ 는 전자로부터  $\alpha-t < -\beta-1$ 을, 후자로부터  $\alpha-t < \beta+1$ 을 요구하는데,  $\alpha-t > 0$ 이므로 이들은 동시에 양립할 수 없다.  $\alpha < t$ 의 경우에도 동일한 모순이 발생함을 보일 수 있다. 결과적으로,  $\xi$ 가 안정적이기 위한 조건은 만족될 수 없기 때문에 유형 (e)의 균형은 불안정하다. ■