문제 상황에서의 주관적 평가에 기초를 둔 의사결정
- Decision Making based on Subjective Evaluation of Problem Situation -

이상완*
Lee, Sang-Wan
박영화**
Park, Yeong-Hwa
박병주***
Park, Byung-Joo

Abstract

The object of this paper is to give an overview of one method of modeling and analysing situations involving inter-identification. Hypergame analysis is used as this approach. Hypergame analysis is one of what we call soft system approaches.

In this paper, We first reformulate concept of the simple hypergame and define the hypergames with inter-identification as a system consisting of simple hypergames connected by the mutual identification. We propose a definition of solutions for them. Based on the formulation, We derives existence conditions of the solutions. We then apply the framework to a realistic problem. i. e, America-North korea conference problem to demonstrate the validity of the derived theoretical results as well as to obtain some suggestions to improve the problematic situation.

1. 서론

OR 분야의 연구자들은 잘 정의된 기술적 문제 뿐 아니라 정치적, 경제적, 사회적 문제와 같은 복잡하고 모호한 사회적 문제를 해석하는데도 기여하고 있는데 이 사회적 문제 상황들은 주로 소프트한 문제로 알려져 있다. 여기에서 소프트한 문제상황이라는 것은, 복수의 인간이 지각하고 공통의 목표를 설정하거나 정량적인 해석이 곤란한 문제상황을 의미한다[1]. 최근 system 과학과 OR 분야에서 소프트 시스템 방법론을 위시하여, 문제상황에 소위 소프트한 접근 방법(soft system approach)이 활발히 연구되어져 오고 있다[1,2].

Berresford 와 Dando[3]는 의사결정과정에서 복잡한 문제 상황의 에러들을 어떻게 막아내는지를 보이기 위한 시도를 하였는데, 그 과정은 문제형성, 선택, 시행이라는 3단계로 나누었다. 맨 처음 문제형성 단계에서는 의사결정에서 상충되는 것들에 관해 실험적이고 실제적인 연구

본 논문은 1995년도 동아대학교 건설기술연구소 연구비로 연구된 논문임.
* 동아대학교 산업공학과 교수
** 창원전문대학 공업경영과 부교수
*** 동아대학교 산업공학과 박사과정

를 분명히 할 수 있도록 하여 실제 문제의 개념상 복잡성을 표현해 내었다. 본 연구에서는 복잡한 문제상황 즉, 소프트한 문제상황을 취급하기 위하여 개발되어진 soft system 접근법의 하나로 Hypergame 분석을 이용해 의사결정 하고자 한다. Hypergame 분석은 복잡한 의사결정을 그것에 관여하는 결정주체의 지각 혹은 주관을 분명하게 하는 것을 목표로 한다. Bennett에 의하여 제안된 고찰의 틀[4]이나 Hypergame 분석은 그 문제상황에 관여하는 사람들은 다른 가치관을 갖고 있고, 각각의 의사결정은 직접, 간접으로 타인의 상황에 영향을 미친다고 가정한다[5]. 따라서 개인의 결정이 설령 독립적으로 행하여 진다고 하여도 그 영향은 다른 사람에게도 영향을 미치게 되어 결과적으로는 개인은 상호의존적으로 되어 진다. 더욱이 개인은 공통으로 관여하고 있는 문제상황을 다르게 지각 하는 것이 당연하다고 가정한다.

게임이론에서는 모든 참가자(player)가 일반적으로 같은 게임을 한다고 가정한다. 하지만 이는 현실의 복잡한 상황에서 오히려 드물게 있다. 그래서 단순 Hypergame은 모든 참가자가 같은 게임을 한다는 가정을 버리고, 같은 결정상황에 대해 각 참가자의 지각을 체계적으로 취급하도록 게임이론의 틀을 수정하고, 확장하는 것을 목표로 한다. 단순 Hypergame을 출발점으로 하는 Hypergame 분석의 특징은 정량적인 해의 탐색 보다 해의 존재성, 안정성등의 정성적인 문제상황의 이론적 고찰과 현실의 복잡한 문제에 적용을 통해 구체적인 문제상황의 개선을 보여준다는 것이다. Hypergame 모델을 설정하는 과정은 게임이론과 관계가 있다. 먼저 참가자를 정하고 각 참가자에 대한 게임을 구성해 나간다. 즉, 각 참가자는 전략과 다른 참가자의 선호정도에서 상황을 어떻게 인식하는가에 관한 가정을 설정한다. 그렇게 게임과 관련된 집합을 정의하고 나서 그 가정들의 결과를 찾아내기 위해 분석을 행한다.

Bennett 와 Dando[6]는 프랑스 함락에 관계된 군사적, 전략적 문제에 Hypergame 이론을 적용하였고, Bennett 등[7]은 영국의 심한 축구장 폭력과 같은 사회적 문제에 Hypergame 이론을 적용하였다. 그리고 木嶋恭一[8]은 미일 무역 불균형 문제에 관련된 경제적 문제에 접근을 시도 하였다. 이처럼 Hypergame 이론은 사회의 전반적인 부분에 걸쳐 적용되어지고 있다. 본 연구에서는 의사결정자의 인식을 고려한 문제 상황에서 Hypergame 분석을 행하고, 그곳에서 해의 개념을 엄밀하게 정식화하고, 이를 기초로 하여 북미 협상 문제의 해석을 행하고자 한다.

2. 게임과 단순 Hypergame

단순 Hypergame의 일반적인 정의를 행하기 전에, n명이 참가하는 게임과 Hypergame은 다음과 같이 구성되는 시스템이다. 먼저 n명이 참가하는 게임은 다음과 같다.

(i) n개의 요소를 가지는 집합 N

(ii) $p \in N$, 공집합이 아닌 유한 집합 S_p

(iii) $p \in N$, 선호순서 $>_p$는 곱공간(product space) $\Pi_{p \in N}(S_p)$ $[S_p \times S_q \times S_r \cdots, S_N]$에서 정의된다.

여기서 N의 요소들은 게임의 참가자, S_p는 참가자 p의 전략 집합, $>_p$는 p가 곱공간상에서 설정하는 선호순서이다.

n명이 참가하는 단순 Hypergame은 다음과 같이 구성되는 시스템이다.

(i) n개의 요소를 가지는 집합 N

(ii) $p, q \in N$, 공집합이 아닌 유한 집합 S_{qp}

(iii) $p, q \in N$, 선호순서 $>_{qp}$는 곱공간 $\Pi_{q \in N}(S_{qp})$ $[S_{pp} \times S_{qp} \times S_{rp} \cdots, S_{Np}]$에서 정의된다.

여기서 N의 요소들은 Hypergame의 참가자, S_{qp}는 참가자 p가 생각하는 q의 전략집합, $>_{qp}$는 참가자 p가 생각하는 q의 선호순서이다.

여기서 우선 전개의 단순화를 위해서 참가자의 수를 2인으로 한정한 가장 단순한 2인 게임

을 정식화 한다. 일반적으로 참가자 p와 q에 의한 2인 게임은 G= $(S_p, S_q, \geq_p, \geq_q)$로 주어진다. 여기에서 S_p는 참가자 p의 전략 집합이다. $\geq_p$는 p가 $S_p \times S_q$ 상에 설정하는 선호순서이다. 임의의 (s_1^p, s_1^q), (s_2^p, s_2^q) $\in S_p \times S_q$ 에 대하여 $(s_1^p, s_1^q) \geq_p (s_2^p, s_2^q)$ 는 (s_1^p, s_1^q)가 (s_2^p, s_2^q)보다 선호된다는 것을 나타낸다. 또, $(s_1^p, s_1^q) \leq_p (s_2^p, s_2^q)$는 (s_2^p, s_2^q)가 (s_1^p, s_1^q) 보다 선호 되는 것을 나타낸다. $S_q, \geq_q$에 대하여도 마찬가지이다. 본 논문에서는 선호순서 $\geq_p, \geq_q$는 선형순서라 가정한다. 이 때 선호순서를 적당한 실수효용치로 표현되고, 다른 참가자간의 선호의 비교는 의미가 없다. 게임이론에서 우선 일반적인 해의 개념은 다음과 같이 정의되어지는 Nash 균형해이다.
게임 G= $(S_p, S_q, \geq_p, \geq_q)$에 있어서 $(s^{p*}, s^{q*}) \in S_p \times S_q$가 Nash 균형해라는 것은

$(\forall s^p \in S_p) \ \ ((s^{p*}, s^{q*}) \geq_p (s^p, s^{q*}))$

$(\forall s^q \in S_q) \ \ ((s^{p*}, s^{q*}) \geq_q (s^{p*}, s^q))$

가 성립하는 것이다. $(s^{p*}, s^{q*}) \in S_p \times S_q$ 가 Nash 균형해이면, 어느 쪽의 참가자에 의해서도, 상대편이 전략을 변경하지 않는 한 자기 쪽의 전략을 바꿀 이유가 없다.

참가자 p와 q에 의한 단순 Hypergame은 다음과 같이 정의 되어진다. 참가자 p 와 q에 의한 단순 Hypergame이라는 것은 (G_p, G_q)이다. 단,

$G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$

$G_q = (S_{pq}, S_q, \geq_{pq}, \geq_q)$ 이다.

G_p에서 S_p는 p의 전략의 집합이다. 또, S_{qp}는 참가자 p 가 생각하는 q의 전략의 집합이다. 즉, p는 q의 전략집합이 S_{qp} 라고 생각하고 있다. $\geq_p$는 $S_p \times S_{qp}$상의 p의 선호관계이다. 한편 $\geq_{qp}$는 $S_p \times S_{qp}$상의 선호관계로서, 참가자 p가 생각하는 q의 선호순서이다. 즉 p는 q의 선호순서가 $\geq_{qp}$ 라고 생각하고 있다. G_q 에 대해서도 같다. 여기에서 $S_{pp} = S_p$, $\geq_{pp} = \geq_p$ 라고 가정하는 것은 당연하다. 역시 여기에서도 각 선호순서를 선형순서라고 가정한다. 이 때 일반적인 게임의 경우에 대하여 서술한 바와 같이 이것을 적당한 서수 효용치로 표현할 수 있다. 종래, 단순 Hypergame은 이와같은 G_p와 G_q 의 조합으로 정의되지 않고, 표현이 애매하여 실제 효용치를 사용한 매트릭스 형식에 기준하여 행해져 왔다. (G_p, G_q) 라고 하는 일반적 표현은 후에 상호인식이 있는 Hypergame을 정의할 때에 필요하고, 또 $\geq_p, \geq_{qp}$ 을 선형순서에서 일반적인 선호순서로 확장하는 데는 중요한 표현이다. 참가자 p와 q에 의한 단순 Hypergame (G_p, G_q)가 주어질 때 G_p와 G_q 의 각각에 대하여 Nash 균형해를 정의한다. 단순 Hypergame (G_p, G_q)에 있어서, $(s^{p*}, s^{qp*}) \in S_p \times S_{qp}$가 $G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$의 Nash 균형해라는 것은

$(\forall s^p \in S_p) \ \ ((s^{p*}, s^{qp*}) \geq_p (s^p, s^{qp*}))$

$(\forall s^{qp} \in S_{qp}) \ \ ((s^{p*}, s^{qp*}) \geq_{qp} (s^{p*}, s^{qp}))$

가 성립하는 것이다. 같은 모양으로, G_q의 Nash 균형해도 정의하는 것이 가능하다. 균형해라고 하는것은 한쌍의 전략에 서로 상대방의 전략이 주어졌을 때 자신의 전략을 택하는 것이 가장 유리할 때의 이 한쌍의 전략을 말하는 것으로 자신의 이익과 목표를 고려하고 상대방의 다른 이해관계와 같은 여러가지를 분석한 후에 얻을 수 있다. 이상의 개념을 정리하기 위하여, 다음과 같은 예를 생각해 본다.

두 공범자 김씨와 이씨가 별도의 독방에서 심문을 받고 있다. 두 사람은 아주 절친한 친구사이로 서로의 의리를 굉장히 중요시 하고 있다고 하자. 만약 두 사람이 모두 끝까지 범죄 사

실을 부인하면 두 사람은 모두 석방되고 두 사람이 모두 범죄 사실을 인정하면 그대로 감옥에 남아 있어야 한다. 그러나 한 사람만 죄를 인정한다면 그 사람만 보상을 받고 풀려나게 된다고 한다. 두 공범자에게는 어떠한 결과가 일어나겠는가? 지금 두 사람이 취할 전략으로서 죄를 부인하는 것과 인정하는 것이라고 생각하면, 그 결과로서

1) 경우1 : 김씨와 이씨 두사람이 끝가지 부인하여 두 사람 모두 석방되는 경우
2) 경우2 : 김씨는 죄를 인정하고 이씨는 부인하여 김씨만 보상받고 석방되는 경우
3) 경우3 : 김씨와 이씨 두사람이 죄를 인정하여 두 사람 모두 감옥에 남게되는 경우
4) 경우4 : 김씨는 죄를 부인하고 이씨는 인정하여 이씨만 보상받고 석방되는 경우

의 4가지가 고려되어진다. 여기서 두사람이 의리를 중요시 한다는 가정하에 선호순서는

경우1 $\geq_{\text{김씨}}$ 경우2 $\geq_{\text{김씨}}$ 경우3 $\geq_{\text{김씨}}$ 경우4

경우1 $\geq_{\text{이씨}}$ 경우4 $\geq_{\text{이씨}}$ 경우3 $\geq_{\text{이씨}}$ 경우2 로 된다.

그러나, 상호 불신때문에 김씨가 이씨의 선호순서를 경우4 $\geq_{\text{이씨김씨}}$ 경우1 $\geq_{\text{이씨김씨}}$ 경우3 $\geq_{\text{이씨김씨}}$ 경우2 와 같이 보았다고 하자. 이것을 적당한 효용치를 사용하여 매트릭스로 표현하면 Table 2와 같이 된다. 여기에서 조합(i, j)의 i는 대응하는 결과에서 김씨의 선호순서 $\geq_{\text{김씨}}$, j는 김씨가 보는 이씨의 선호순서 $\geq_{\text{이씨김씨}}$를 표현하고 있다. 숫자가 클수록 선호순서는 높다. 상호 불신으로 이씨도 김씨의 선호순서를 경우2 $\geq_{\text{김씨이씨}}$ 경우1 $\geq_{\text{김씨이씨}}$ 경우3 $\geq_{\text{김씨이씨}}$ 경우4 와 같이 보았다고 하자. 이것은 Table 3과 같이 표현되어진다.

Table 1. The results of each strategy

Lee / Kim	deny	admit
deny	case 1	case 4
admit	case 2	case 3

Table 2. Simple hypergame for Prisoner Kim

G_{Kim}	deny	admit
deny	4, 3	1, 4
admit	3, 1	2, 2

Table 3. Simple hypergame for Prisoner Lee

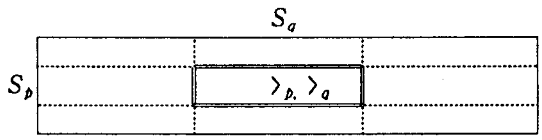
G_{Lee}	deny	admit
deny	3, 4	1, 3
admit	4, 1	2, 2

Table 4. Game commonly identified by Kim and Lee

G	deny	admit
deny	4, 4	1, 3
admit	3, 1	2, 2

따라서 두사람의 매트릭스에서 해로 되어있는 것은 각각 죄를 인정하여 감옥에 남게되는 경우3이다. 이는 상호불신에서 서로가 선호순서를 오해한 경우는 설령 두사람간의 의리를 매우 중요시 하고 있다고 할지라도, 감옥에 남게되는 경우3이 결과가 되어버린다. 그러나 두사람이 서로 진짜로 선호순서를 알고 있는 경우에는 두사람의 공동의 게임은 Table 4와 같이 표현된다. 이 경우에는 감옥에 남게되는 경우3과 둘다 석방되는 경우1도 해로 되고 후자가 실현될 가능성도 나오는 것이다. 이 예는 참가자의 인식의 차 또는 오해가 원인으로 해의 존재의 유무가 좌우되어지는 것을 보여주고 있다.

복수의 결정주체가 관여하는 현실의 결정상황을 보다 사실적으로 모델화 하도록 하면 각 참가자가 현실세계를 개념화 하는 방법을 가능한 한 반영한 형식으로 각 참가자의 상황인식을 정식화하는 것이 필요하다. 그 하나의 정식화가 다음에 정의하는 상호인식이 있는 Hypergame이다. 두명의 참가자를 가진 Hypergame의 구조는 Fig. 1, Fig. 2와 같다.



□ : one outcome of the game

Fig. 1. The structure of a two-player game

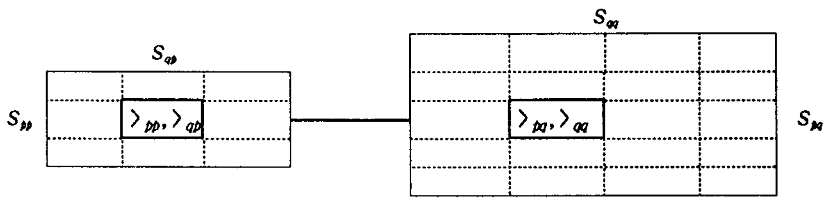


FIg. 2. The structure of a simple two-player hypergame

3. 상호인식이 있는 Hypergame

복잡한 문제상황에 있어서는 각 참가자의 상황인식은 독립이 아니고 어떤 참가자의 행위를 타의 참가자가 인식 해석 한다라고 하는 상호작용의 과정이 존재한다. 위의 예에서 이것은 그렇게 큰 문제는 아니었다. 왜냐하면 두사람의 전략이 양쪽 게임에서 같기 때문이다. 이와 같은 상황에서는 하나의 게임을 타의 게임에 해석한다라고 하는 필요성은 나오지 않는다. 그러나 어떤 상황에 의해서는 복수의 참가자가 하나의 상황을 전적으로 달리 개념화하는 경우가 있다. 그리고 같은 행위에 대하여 서로 다른 해석이 붙는 일도 있다. 예로, 자기의 이익을 지킨다라는 행위는 다른 참가자에 의해 공격의 표시로 해석될 수 있다. 어떤 참가자의 행위를 타의 참가자가 어떻게 인식 해석하는가 하는 문제는 경험만을 가지고 답할 수 있는 문제가 아니다. 이를 행하기 위해서는 다르게 정의된 게임이 어떻게 관계하는 가에 대하여 정확한 가정을 두고 해석할 필요가 있다. 그것을 위한 하나의 방법은 단순 Hypergame의 정의를 확대하고 서로의 게임을 인식하고 해석하는 방법을 표현하는 사상(event)을 정의하는 것이다.

4개 조합 (G_p, G_q, f, g)을 상호인식이 있는 Hypergame 이라고 말한다. 단 여기에서 $G_p=(S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$와 $G_q=(S_{pq}, S_q, \geq_{pq}, \geq_q)$는 단순 Hypergame이고, $f: S_q \rightarrow S_{qp}$와 $g: S_p \rightarrow S_{pq}$는

함수이다. 함수 f는 참가자 q가 가지는 전략집합 S_q를 참가자 p가 어떻게 해석, 인식하고 있는가를 나타내는 것이다. 함수 g에 대하여도 마찬가지다. 상호인식이 있는 Hypergame이 주어질 때 우리들의 관심은 그곳에 새로운 해의 개념을 정의 하는 것이다. 이 해의 개념은 G_p와 G_q 각각에 의존하는 것이 아니고 이것들이 어떻게 상호 해석하고 있는가 하는 f와 g에도 의존하고 4개 조합 전체에도 의존하는 형으로 정의 하여야 한다. 본 논문에서는 그와 같은 해를 집합 $S_p \times S_q$ 상에 다음과 같이 정의한다. $S_p \times S_q$는 가상적으로 정의하는 문제상황으로 설정되어진다. 어떤 의미에서 가상의 전략공간이다. (G_p, G_q, f, g)를 상호인식이 있는 Hypergame이라고 하고 $G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$, $G_q = (S_{pq}, S_q, \geq_{pq}, \geq_q)$, $f: S_q \to S_{qp}$, $g: S_p \to S_{pq}$ 라고 한다. $(x^*, y^*) \in S_p \times S_q$가 그의 균형해이면

$(\forall x \in S_p)((x^*, f(y^*)) \geq_p (x, f(y^*))$

$(\forall y \in S_q)((g(x^*), y^*) \geq_q (g(x^*), y)$ 가 성립되는 것이다.

$(x^*, y^*) \in S_p \times S_q$가 균형해 일때, 이것이 참가자 p에 의해 해석되어진 $(x^*, f(y^*)) \in S_p \times S_{qp}$에 대하여 상대편이 $f(y^*)$에서 전략을 변경하지 않는한 자기 전략 x^*를 바꿀 이유가 없다. 이것은 참가자 q에 대하여도 성립하기 때문에 이 균형해는 f와 g에 의한 상대편 전략의 해석에 기준한 해라고 생각할 수가 있다. 그래서 이 해는 균형해를 확장한 해의 개념이다.

3.1 해의 발생과 소멸

2개의 단순 Hypergame G_p, G_q에 상호인식의 해석함수 f와 g가 생기고 (G_p, G_q, f, g)가 생성되는 과정을 생각한다. 그 때 원래의 G_p 또는 G_q에 존재하고 있던 해가 소멸하든지 역으로 단순 Hypergame G_p, G_q에서는 해가 존재하지 않았던 것이 f 혹은 g가 상정되는 것으로 새로운 균형해가 생길 수 있던지 한다. 이와 같은 해의 발생과 소멸의 현상은 G_p, G_q간에 관계 (f, g)가 생기고 나서 발생하는 것이다. 따라서 그의 생성조건을 구하는 것은 흥미가 깊은 문제이고 더욱더 그 생성조건이 구해지면 상호인식 f와 g에 따라 어떠한 현상이 생길지가 이해되고 f와 g의 형에 관한 what if 분석이 가능한 일이기 때문에 응용면에서도 중요한 문제라고 할 수 있다. 실제 이하에서 구체적으로 구하는 해의 발생과 소멸을 위한 조건은 다음장의 사례연구분석을 위한 근거를 제공하는 것이다. 우선 필요한 조건을 정의 하면,

p에 의한 q의 선호순서의 상정이 (f, g)에 관하여 포괄적으로 꼭 들어 맞다고 하는 것은 임의의 $x \in S_p$ 와 y, $z \in S_q$에 대하여, $(g(x), y) \geq_q (g(x), z) \Leftrightarrow (x, f(x)) \geq_{qp} (x, f(z))$가 성립하는 것을 말한다. 이 경우 p의 상정은 완전히 들어 맞다고 한다. 이 조건은 p에 의한 q의 선호순서의 상정 $\geq_{qp}$가, $\geq_q$에 f와 g에 대해 일치하는 것으로 q의 선호순서를 바르게 이해하고 있는 것을 나타내고 있다.

p에 의한 q의 선호순서의 상정이 (G_p, G_q, f, g)의 균형해 $(x^*, y^*) \in S_p \times S_q$에 있어서 부분적으로 f에 대해 일치하고 있다고 하는 것은, $(\forall y \in S_q)$ $[(x^*, f(y^*)) \geq_{qp} (x^*, f(y))]$가 성립하는 것을 말한다. 이 때 단순히 p의 상정은 균형해로서 부분적으로 일치한다라고 한다.

(정리 1) (G_p, G_q, f, g)을 상호인식이 있는 Hypergame 이라고 하고, f가 전사로 있다고 한다. 지금 p에 의한 q의 선호순서의 상정이 완전히 (f, g)에 관하여 일치하면 G_p에 해가 존재한다. 그러면 (G_p, G_q, f, g)에도 균형해가 존재한다.

(증명) 지금 $(x^*, y^*) \in S_p \times S_{qp}$을 G_p의 해라 하고, (G_p, G_q, f, g)에 균형해가 존재하지 않는다고

가정한다. f가 전사로 $y^*=f(w)$로 되는 $w\in S_q$가 존재한다. $(x^*,f(w))$가 G_p의 해로 정의에서,

$(\forall x\in S_p)\ [(x^*,f(w))\geq_p(x,f(w))\ ]$ (1)

$(\forall z'\in S_{qp})\ [(x^*,f(w))\geq_{qp}(x^*,z')\ ]$ (2)

가 성립한다. 여기에서 $(x^*,w)\in S_p\times S_q$을 생각하면, 가정에서 이것은 균형해가 아니다. 따라서

$(\exists x\in S_p)\ [(x^*,f(w))<_p(x,f(w))\ ]$ (3)

$(\exists y\in S_q)\ [(g(x^*),w)<_q(g(x^*),y)\ ]$ (4)

가 당연히 성립하는 것이다. 그러나 (1)식과 (3)식은 모순이기 때문에 (4)식이 성립되지 않으면 안된다. 즉 $(\exists y\in S_q)\ [(g(x^*),w)<_q(g(x^*),y)\ ]$가 성립한다. 그래서 가정에서 이것은 $(\exists y\in S_q)$ $[(x^*,f(w))<_{qp}(x^*,f(y))\ ]$이 되어야 한다. $f(y)\in S_{qp}$ 이기 때문에 (2)식에 모순이다. 역으로 (x^*,y^*)을 (G_p,G_q,f,g)의 균형해라 하면 정의에서,

$(\forall x\in S_p)\ [(x^*,f(y^*))\geq_p(x,f(y^*))]$ (5)

$(\forall y\in S_q)\ [(g(x^*),y^*)\geq_q(g(x^*),y)]$ (6)

이 성립한다. 이 때 $(x^*,f(y^*))$는 G_p의 해라는 것을 나타내고 있다. 실제, $(\forall x\in S_p)$ $[(x^*,f(y^*))\geq_p(x,f(y^*))]$는 바르게 성립한다. 따라서 다음은 $(\forall z'\in S_{qp})\ [(x^*,f(y^*))\geq_{qp}(x^*,z')]$ 이 된다는 것을 보여주면 된다.

$z'\in S_{qp}$을 임의로 정한다. 가정에서 f가 전사로 $z'=f(w)$가 되는 $w=S_q$가 존재하기 때문에 $(x^*,f(y^*))\geq_{qp}(x^*,f(w))$을 나타내면 된다. 그런데 (6)식과 가정에서

$(\forall y\in S_q)\ [(x^*,f(y^*))\geq_{qp}(x^*,f(y))]$ 이것은, 특히 $y=w$ 에 있어서는 성립하기 때문에 결국 $((x^*,f(y^*))\geq_{qp}(x^*,f(w))=(x^*,z')$을 얻을 수 있다. 여기서, (G_p,G_q,f,g)에 해의 발생 혹은 소멸이 일어나고 있으면 p에 의한 q의 선호순서의 상정이 완전히 (f, g)에 관하여 일치하지 않는다고 할 수 있다. 이는 단순 Hypergame 에서 상호인식이 있는 Hypergame이 구성되어지는 과정에서 해의 생성과 소멸현상이 일어날 때는 문제 상황의 지각이 참가자간에 다르게 되어 있는 것을 나타내고 있다. 물론 개념의 상대성에서 G_q와 (G_p,G_q,f,g)에 관하여도 성립하는 것은 당연하다. 그리고 f가 전사다라는 조건의 의미는 p와 q의 전략집합 S_q의 모델로 S_{qp}를 갖고 있는 것을 나타낸다.

(정리2) (G_p,G_q,f,g)을 상호인식이 있는 Hypergame이라 하고, $S_q=S_{qp}$에서 f가 항등함수 I: $S_q\to S_q$ 이다고 한다. 지금, p에 의한 q의 선호순서의 상정이 (I, g)에 관하여 일치하고 있다고 한다. 그 때 (G_p,G_q,I,g)의 임의의 균형해는 G_p의 해이다.

p가 q의 전략집합 S_q를 완전히 파악하고, 그위에 q의 선호순서도 완전히 인식하고 있을 때에는, (G_p,G_q,I,g)에 있는 어떤 균형해도 스스로의 해로 되어 있다. 따라서, 균형해의 무엇이 일어나도 예측이 끝났기 때문에 안심하고 상태로 있다는 것을 나타내고 있다. 그 의미에서, f=I 는 p에 대하여 q에 비례해서 유리한 상황을 가져온다고 하는 직관적으로 납득 가능한 결과를 나타내고 있다. $(x,y)\in S_p\times S_q$라 하고, $(x,f(y))$가 G_p의 해로 존재하면, (x,y)가 (G_p,G_q,f,g)의 균형해로 존재한다. 그 때 (G_p,G_q,f,g)의 임의의 균형해 $(x^*,y^*)\in S_p\times S_q$에 있어서, p에 의한 q의 선호순서의 상정은 부분적으로 f에 관하여 일치하고 있다.

(증명) 균형해를 $(x^*, y^*) \in S_p \cdot S_q$라 한다. $y \in S_q$ 을 임의로 정한다. 그 때 $(x^*, f(y^*)) \geq_{qp} (x^*, f(y))$을 나타내 보이면 된다. 가정에서, $(x^*, f(y^*))$는 G_p의 해로 되어 $(\forall z' \in S_{qp})$ $[(x^*, f(y^*)) \geq_{qp} (x^*, z')]$이 성립한다. 이는 $z'=f(y)$에 대하여도 성립하기 때문에, $(x^*, f(y^*)) \geq_{qp} (x^*, f(y))$로 된다.

4. 사례연구

Hypergame 분석은 소프트 시스템 접근법의 하나로 현실의 복잡한 문제상황에 대해 정성적인 제안을 하고자 하는 것이다. 여기서는 북미 회담에서 서로가 취할 수 있는 전략에 관련된 문제를 가지고 Hypergame 분석을 행하고 지금까지의 이론적 근거를 이용하여 간단한 what-if 분석을 행한다. 이 문제의 현상은 1996년 5월을 시점으로 하고 있다.

4.1 문제의 배경

여기서는 상호인식이 있는 Hypergame 분석의 예로 이용하기 위해 앞으로 있을 북미회담에서 취할 각국의 전략에 대해 개괄적인 부분을 가정해 보았다. 요즈음 한반도의 긴장을 고조시키고 있는 북한의 행동들에 대해 미국은 대화로 풀어나가기 위한 노력을 기울이고 있다고 하자. 그러나 북한은 이제껏 회담에서 명분중시, 극단 외교, 차별화등 특유의 협상 전술로 일관해 오고 있어 대화를 통해 쉽게 협상의 상대를 만들기는 힘든 상태이다. 북한의 특유의 협상 전술의 예로, 얼마전 있었던 북미 준고위급회담 상황을 보자. 그 때 북한은 울진 3, 4호기를 수용하면서도 양국의 공동 발표문에서는 이를 명기하는 것을 반대하고 「두 개의 냉각재유로를 가진 1천 메가와트 발전 용량의 가입 경수로 2기」, 「미국의 원설계와 기술로 부터 개발되어 현재 생산 중인 개량형」등의 간접적 표현을 사용하기를 주장하는 등 시종 명분을 앞세웠다. 또, 북한의 벼랑끝 전술로 일컫어 지는 극단적 협상술은 송배전 시설과 도로 항만 시설, 시뮬레이터 건설 등 10억 달러 규모의 추가 비용을 요구했다가 미국측이 거절하자 회의를 하루 동안 공전시키면서 폐연료봉을 재처리할 것이라고 위협한 것을 대표적인 예로 들 수 있다. 특히 벼랑끝 전술은 지난 93년 NPT 탈퇴로 시작된 미국과의 핵 협상에서 가장 두드러지게 나타났다. 자신들에게 불리한 제안이면 마냥 버티는 지연 전술을 쓰다가도 상대방에게 양보의 기미가 보이면 갑자기 무리한 요구로 공세를 취하고 이것이 뜻대로 풀리지 않으면 회담장 안팎에서 위기감을 조성해 상대방으로 부터 조그마한 양보라도 얻어내는 수법을 사용하고 있다. 그러나 지금 북한의 경제적 빈곤이 극에 달해 있고 폭동과 반란의 기미까지 보이고 있는 시점에 회담을 통해 조금이라도 경제적인 원조를 더 얻어내는 것이 급선무로 대화에 긍정적인 태도로 임하려 하고 있다. 미국은 북한과의 회담에서 어떤 실리를 얻어내려 할 것인가? 그 실리를 얻기 위해 경제적 원조를 할 것인가? 아니면 국내사정으로 현상태를 계속 고수 할 것인지. 북한 또한 타협을 모색할 것인지 아니면 계속 자신의 주장만을 내세울 것인가. 여기서 서로가 각자의 개선 방향을 찾아내기가 곤란한 이유 중 하나로 북미 간에 커다란 인식의 차이가 있다고 하는것이다. 이 문제를 지금까지의 단순 Hypergame과 상호인식이 있는 Hypergame의 틀 속에서 접근해 본다.

4.2 현상 분석

먼저, 이 게임에서 참가자를 정의한다. 북미 회담 문제이니 여기서는 북한(NK)과 미국(US)으로 정의한다. 다음에 각 참가자가 갖는 전략의 집합을 정의한다. 이 경우에 있어서도 실제 많은 전략이 있을것이다. 또 각 전략의 내용에 관하여도 의논할 여지가 꽤 있을 것이다. 그러나, 여기서는 만족할 때 까지 정성적인 토론을 계속한다는 가정하에 다음과 같이 생각한다. 우선 북한의 전략 집합은 S_{NK}=[전략㉮, 전략㉯]로 둔다. 여기서 전략 ㉮는 대화에 불응, 현상태 유

지, 전략 ㉯는 대화 호응(경제적 원조를 받아낸다.), 미국의 전략 집합은 S_{US}=[전략 A, 전략 B, 전략 C]이라고 한다. 여기서 전략 A는 더욱 강력한 제재 조치, 전략 B는 현상태 유지, 전략 C는 우호적 태도(경제적 원조)이다. 다음에는 각 참가자가 상대 전략을 어떻게 인식하는지가 문제가 된다. 즉 북한 측은 미국이 취할 전략이라고 하여 $S_{US,NK}$= [상대전략 ㉮, 상대전략 ㉯]을 생각하고 있다고 한다. 여기서 상대전략 ㉮는 협조적 정책, 상대전략 ㉯는 비 협조적 정책이다. 북한이 볼 때 미국의 전략은 이 두가지로 정의된다고 한다. 반대로 미국은 북한의 전략이라고 하여 $S_{NK,US}$=[상대전략 A, 상대전략 B]로 보고 있다고 한다. 여기서 상대전략 A는 온건한 정책, 상대전략 B는 과격한 정책이다. 미국이 볼 때 북한의 정책은 이 두가지로 분류되어진다. 다음, 각 참가자의 선호순서를 정한다. 북한과 미국의 선호순서는 Table 5, 6과 같다. 우선, 북한측에서 본 게임은 Table 7과 같이 생각할 수 있다. 조합 (i, j)의 i는 북한의 선호순서 $\geq_{NK}$를 j는 북한이 생각하는 미국의 선호순서 $\geq_{US,NK}$를 나타내고 있다.

Table 5. The preference order for North Korea

NK	US	
strategy ㉮	opponent's strategy ㉮	3
strategy ㉮	opponent's strategy ㉯	2
strategy ㉯	opponent's strategy ㉮	4
strategy ㉯	opponent's strategy ㉯	1

Table 6. The preference order for America

NK	US	
opponent's strategy A	strategy A	4
opponent's strategy B	strategy A	3
opponent's strategy A	strategy B	6
opponent's strategy B	strategy B	2
opponent's strategy A	strategy C	5
opponent's strategy B	strategy C	1

북한측의 선호로서 우선 북한이 경제적 원조의 목적으로 적극적으로 대화에 응했을 때 협조적 정책으로 나오는 것이 최선이고, 북한이 대화에 응했는데 미국이 비협조적인 정책을 취할 경우를 최악이라고 보고 있다. 이는 현재의 급박한 경제적 위기를 벗어나기 위해 경제적 원조를 받고자 하는데 가장 높은 우선 순위를 두고 있다는 것이다. 그리고 북한은 미국측의 선호로서 미국이 협조적인 정책을 취함에도 불구하고 북한이 대화에 불응하고 현상태를 유지하는 경우를 최악으로 본다. 미국측의 게임은 Table 8과 같다.

Table 7. Simple hypergame for North Korea

G_{NK}	opponent's strategy ㉮	opponent's strategy ㉯
strategy ㉮	3, 1	2, 2
strategy ㉯	4, 3	1, 4

Table 8. Simple hypergame for America

strategy A	strategy B	strategy C	G_{US}
1, 4	3, 6	5, 5	opponent's strategy A
2, 3	4, 2	6, 1	opponent's strategy B

조합(i, j)는 i가 미국이 생각하는 북한의 선호순서 $\geq_{NK,US}$를, j는 미국의 선호순서 $\geq_{US}$를 나타내고 있다. 미국이 북한의 선호를 Table 8과 같이 생각하는 것은 다음의 이유에서이다.

(상대전략 B, 전략 C)는 북한이 미국 우호적 태도에 일관된 태도를 고수하며 자신이 얻고자 하는 경제적 원조를 더욱 많이 얻어 낼 수 있음으로 북한의 입장에서 당연히 최대희망하는 것이다. (상대전략 A, 전략 C)가 2위가 되는 것은 북한은 미국의 경제적 원조가 최종목표라 생각되기 때문이다. (상대전략 B, 전략 B) $\geq_{NK,US}$(상대전략 A, 전략 B)는 북한은 일단 그들 외교전술로 미국이 우호적 태도로 바뀌도록 긴장을 조성하는 전술을 계속 사용해 오고 있기 때문이다. (상대전략 A, 전략 A), (상대전략 B, 전략 A)는 북한 측에서 어떤 행동을 취하여도 미국이 지금 보다 더한 경제적 재재 조치를 취하는 것이 북한 입장에서는 최악이기 때문이다. 반면, 미국은 북한이 대화에 응하는 온건한 정책을 스스로 취하여도 현상태를 유지하는 (상대전략 A, 전략 B)가 미국의 입장에서는 가장 좋다고 생각하고 있다. (상대전략 A, 전략 B) $\geq_{US}$(상대전략 A, 전략 C), (상대전략 A, 전략 A) $\geq_{US}$(상대전략 B, 전략 A)가 성립한다고 하는 것은 일단 미국은 경제적 부담 없이 북한을 대화의 장으로 끌어내고자 하기 때문이다. (상대전략 A, 전략 C) $\geq_{US}$(상대전략 A, 전략 A)는 미국이 북한을 대화의 장으로 끌어내는데는 재재 조치 보다 경제적 원조가 낫다고 생각하고 있기 때문이다. (상대전략 B, 전략 A) $\geq_{US}$(상대전략 B, 전략 B)는 재재 조치로 어려워진 북한을 회담장소로 끌어내기 위한 전략적인 차원이다. (상대전략 B, 전략 C)가 최악인 것은 미국은 경제적 손실만 생기지 아무것도 얻는 것이 없기 때문이다. 위에서 각국이 $G_{NK}=(S_{NK}, S_{US,NK}, \geq_{NK}, \geq_{US,NK})$, $G_{US}=(S_{NK,US}, S_{US}, \geq_{NK,US}, \geq_{US})$의 단순 Hypergame을 가질 때 북한은 (전략 ㉮, 상대전략 ㉯), 미국은 (상대전략 B, 전략 A)라 하는 해가 각각 존재하고 있다. 함수 f : $S_{US}\to S_{US,NK}$, g : $S_{NK}\to S_{NK,US}$를 각각 f(전략 A)=f(전략 B)=상대전략 ㉯, f(전략 C)=상대전략 ㉮, g(전략 ㉮)=상대전략 B, g(전략 ㉯)=상대전략 A라고 생각한다. 즉, 북한은 미국이 우호적 태도로 경제적 원조를 약속할 경우만을 협조적 정책이라 생각한다고 한다. 반면 미국은 북한에 대해 조금 소극적 인식을 하고 있다. 결과적으로 Hypergame (G_{NK}, G_{US}, f, g)에 있어서 균형해는 (전략 ㉮, 전략 A)이고, 이는 북한과 미국측에서 각각 (전략 ㉮, 상대전략 ㉯), (상대전략 B, 전략 A)로 해석되어진 것이다.

여기서 북한은 자신이 원하는 상황은 경제적 원조를 얻어내는 것인데 더한 경제적 제재조치만을 받게 되어 상당히 불리한 입장에 서게 된다. 그래서 균형해 (전략 ㉮, 전략 A) 이외의 균형해를 얻고 싶어한다. 그래서 미국의 정책을 해석하는 방법인 해석함수인 f를 변경하는 what-if 분석을 행한다. 해석함수 g는 그대로 두고 f가 $f^{*}: S_{US}\to S_{US,NK}$, f^{*}(전략 A)=상대전략 ㉯, f^{*}(전략 B)=f^{*}(전략 C)=상대전략 ㉮로 되었다고 한다. 북한은 미국이 경제적 원조를 주는 경우외에 현상태를 계속 유지할 경우도 협조적 정책으로 간주한다는 것이다. 여기서 북한의 미국에 대한 선호순서 상정이 (f^{*}, g)에 완전히 일치하고 또 G_{NK}에 해가 존재하기 때문에 상호 인식이 있는 Hypergame (G_{NK}, G_{US}, f, g)에 있어서 균형해가 존재한다. 그러나 실제 균형해는 해석함수 (f, g)에서와 같이 (전략 ㉮, 전략 A)이고 전과 상황은 변하지 않았다.

5. 결론

Hypergame 분석은 복잡한 문제상황을 현실적이고, 정성적으로 취급하기 위하여 연구되어졌지만 다른 soft system approach에 비교해 비교적 수학적인 기초에 입각하고 있다고 말할 수 있다. 분석이라는 것은 그들 문제 상황과 연계시킬 수 있는 개념적으로 세련된 견해에 도달하기 위한 것인데 만약 Hypergame 분석에서 어떤 문제상황에 대한 모든 부분들이 표현되어진

다면 분석의 복잡성은 훨씬 낮아질 것이다.

Hypergame 모델은 다양한 부분들이 같은 게임에 참여하고 있다고 가정하기에 여러 대체 모델을 설정할 수 있고 그들 결과에 대해서도 연구할 수 있다. 본 논문에서는 상호인식이 있는 Hypergame을 정식화 한 후 그것의 균형해의 개념을 엄밀하게 정의하고 그 이론들을 기초로 북미 회담문제에 대하여 what-if분석을 포함한 해석을 행했다.

참 고 문 헌

[1] Checkland, P., *Systems Thinking, Systems Practice*, John Wiley & Sons, (1981).

[2] Checkland, P. and J. Scholes, *Soft Systems Methodology in Action*, John Wiley & Sons, (1990).

[3] Berresford, A. and M.R. Dando, "O.R. for strategic decision-making : the role of world view", *J. Opl. Res. Soc.*, 29, pp.137-148, (1978)

[4] Bennett, P.G., "Toward a theory of hypergames", *omega*, 5, pp. 749-751, (1977).

[5] Bennett, P.G., "Hypergames : Developing a model of conflict", *Futures*, pp. 489-507, (1980).

[6] Bennett, P.G. and M.R. Dando, "Complex Strategic Analysis : A Hypergame Study of the Fall of France", *J. Opl. Res. Soc.*, 30, pp. 23-32, (1979).

[7] Bennett, P.G., M.R. Dando and R.G. Sharp., "Using Hypergames to Model Difficult Social Issues : An Approach to the Case of Soccer Hooliganism", *J. Opl. Res. Soc.*, 31, pp.621-635, (1980).

[8] 木嶋恭一, "問題狀況の主觀的評價に基づく意思決定 : 相互認識のあるハイパーゲームとその應用", *IEE Japan, 111-C*, pp. 98-106, (1991).