응용통계연구 (2009)
22(6), 1331–1343

실력이 순서화된 경우에 대한 복식조 편성방법

조대현[1]

[1]인제대학교 데이터정보학과/통계정보연구소

(2009년 8월 접수, 2009년 9월 채택)

요 약

본 논문에서는 테니스 동호인의 복식경기에 대하여 참여선수들의 실력이 순서화되어 있는 경우 공정하면서 각 경기가 가능한 대등한 경기가 될 수 있도록 복식조를 편성하는 방법을 다루었다. 라운드 로빙 방식과 파트너-상대 테이블과 ox(경기-휴식)표를 이용하여 경기 참가자수 및 게임 수에 따라 편성된 복식조를 이용하여 새롭게 정의된 손실함수 값을 최소로 하는 최적의 복식조를 결정하였다.

주요용어: 라운드로빙 방식, 복식조, 손실함수.

1. 서론

이 세상을 살아가는 사람이면 누구나 건강하고 행복한 삶을 원한다. 이를 위해 크고 작은 운동 단체나 동호인 클럽에 가입하여 활동하고 있는 사람들이 날로 늘어가는 추세이다. 2006년 기준으로 국민 생활체육 회원단체에 등록하여 활동하고 있는 동호인수가 270만 여명에 이른다(문화관광부). 동호인들은 동일한 종목의 스포츠를 즐기는 사람들끼리 다양한 경기 방식과 규칙으로 경기를 진행하며 경기력향상과 건강 및 우의를 다진다. 일반적인 경기 방식으로는 토너먼트 방식과 풀-리그 방식이 사용된다. 시합이나 경기에 참여한 참가선수가 많은 경우에는 주로 토너먼트를 사용하며 참가선수가 비교적 적은 경우에는 풀-리그 경기방식을 채택한다. 참가자가 많은 경우에는 미리 참가선수의 등록을 받아 준비된 방식으로 경기를 진행할 수 있도록 하지만 때로는 여러 가지 경기방식을 생각하고 있다가 동호인들이 모인 상태에서 경기 진행방식을 정하기도 한다. 실제로 경기를 운영하다 보면 시간의 제약을 받기도 하며 경기장과 참가 선수들의 형편을 고려하여 경기진행을 해야 하는 경우도 발생하곤 한다. 특히 동호인들이 함께하는 경기인 경우 시간이 충분하지 못해 풀-리그를 하지는 못하고 동호인들 중 가능하면 많은 동호인들과 경기할 수 있도록 경기를 진행하고 싶은 경우가 자주 발생한다. 또한 경기진행에서도 너무 많은 사람들이 한꺼번에 쉬는 경우가 발생한다든가 특정한 사람들만이 연이은 경기를 하도록 되거나 특정한 사람들만이 너무 오랫동안 쉬게 되는 경우가 발생한다면 결국 불리한 게임진행 순서 때문에 자신의 경기결과에 만족하지 못하게 될 수도 있다. 또한 참가 선수들의 실력이 차이가 나는 경우에는 게임이 일방적인 게임이 되지 않도록 적절히 실력을 고려하여 상대를 정하기도 한다. 가능한 모든 경우의 수 (전종우와 김우철, 1987; 신양우, 2004; Ross, 1994)를 고려하여 참가한 선수들에게 공정한 경기진행이 될 수 있도록 게임 순서를 결정하는 것은 중요한 일이라 할 수 있다.

풀-리그 경기 게임들을 나열하기 위해 다음과 같은 라운드 로빙 방식을 사용한다. 예를 들어 4명의 경기 참가자가 있는 경우 각각 1∼4번이라고 하자. 단식경기를 할 경우 경기에 참가한 모든 선수들이 경기하

[1](621-749) 경남 김해시 어방동 607, 인제대학교 데이터정보학과/통계정보연구소, 교수.
E-mail: statcho@inje.ac.kr

는 경우의 수는 4명 중에서 2명씩 짝을 짓는 경우의 수인 $\binom{4}{2} = 6$이 된다. 개인전인 경우의 풀-리그 경기는 다음과 같다.

$$1-2 \qquad 1-3 \qquad 1-4 \qquad 3-4 \qquad 4-2 \qquad 2-3$$

위의 6가지 경우들을 이용하여 복식경기를 모두 치를 경우 모든 경기들을 나열하면 다음과 같다.

$$1-2:3-4 \qquad 1-3:4-2 \qquad 1-4:2-3$$

위의 경우 각 사람들이 모두 동일하게 1경기 혹은 2경기만을 해야 하는 경우 우리들은 위의 3경기 중에서 임의로 하나 혹은 둘을 고르고 출전한 4명의 선수들에게 임의의 번호를 부여하여 경기를 진행하면 된다. 2게임씩 하는 경기를 위한 시합방식은 $1-2:3-4$와 $1-3:4-2$, $1-3:4-2$와 $1-4:2-3$ 그리고 $1-2:3-4$와 $1-4:2-3$ 등이 있다. 그러나 어느 경우든 각 선수의 파트너 수나 상대하는 선수 수는 모두 동일하며 4명이 모두 동시에 게임을 하게 되기 때문에 이 경우는 게임의 순서는 중요하지 않다. 그러나 경기에 참가한 선수수가 많아지면 참가한 모든 선수들에게 공정한 시합을 위해서는 게임의 진행순서까지를 고려해야 되는 경우가 발생하게 된다. 조대현 (2008)은 복식조 편성과 경기 진행 순서로 인해 발생하는 각 선수들이 동일하지 않은 수의 다른 선수들과 경기하도록 되어 있는 경우나 연이은 경기를 하게 되거나 연이어 쉬는 결과를 초래하는 문제를 해결하였다. 제안된 방법으로 인하여 참가 선수들의 만족도를 높여주고 있다. $n=4$인 경우 $1-2:3-4$, $1-3:4-2$, $1-4:2-3$의 세 가지 복식조 편성 방법이 있다. 모든 경기를 소화할 경우는 문제가 발생하지 않으나 각 선수들이 1 또는 2 게임만을 소화하는 경우 3게임 중에서 어느 게임을 선택하는가 하는 문제에 직면하게 된다. 이와 같은 경우 가능하면 대등한 경기가 되도록 하는 복식조를 선택하는 방식을 제안한다.

테니스에 관한 동호인들의 경기 문화에 대한 연구나 경기의 승패에 대한 요인 분석 등에 대해서는 많은 연구가 있어 왔다 (이흥구와 한태룡, 2004; 최성훈, 2004; 안창식,1997). 그러나 본 연구에서는 참가한 모든 선수들에게 공정하며 만족도가 높은 테니스 복식조를 편성하는데 관심을 갖는다. 본 연구에서는 조대현 (2008)에서 공정한 경기 진행방식의 설계를 위해 파트너-상대 테이블과 ox-테이블을 이용하여 얻어진 최적의 복식조 편성결과를 이용하여 대등한 경기에 대한 새로운 손실함수인 목적함수 $L(\cdot)$를 제안하고 목적함수를 최소로 하는 이상적인 복식조 편성 및 경기 진행 순서를 만들고자 한다. 이러한 목적함수는 결정론이나 유전자알고리즘 등에서 최적화 문제에 사용되어진다. 본 연구에서 얻어지는 게임 진행방식을 하나의 의사결정 d라고 하고 이에 따른 목적함수 값을 $L(d)$라고 할 경우 최적의 의사결정 δ는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$L(\delta) = \min_{d} L(d). \tag{1.1}$$

2절에서는 동호인 소그룹에서 자주 발생하는 경우 중 참가선수가 4, 6, 7, 8명인 경우에 한하여 참가선수의 실력이 순서화 되어 있는 경우 대등한 게임을 위한 이상적인 복식조 편성이 가능한 경우에 대하여 연구하였으며 3절의 결론 및 제언으로 구성되어 있다.

2. 복식조 편성 방법

경기에 참가한 선수 수가 n명($n \geq 4$)인 경우 복식조를 편성하고자 한다. 만들어진 복식조 및 경기진행은 다음의 조건들을 만족하도록 하고자 한다. n명의 참가선수는 $1 \sim n$까지 실력이 순서화 되어 있다고 가정한다.

조건1: 모든 참가선수들이 동일한 게임수를 소화한다.

표 **2.1.** 대진표($n = 4$인 경우)

게임	인원수: 4명
1	$1-2:3-4$
2	$1-3:4-2$
3	$1-4:2-3$

표 **2.2.** 파트너-상대 표(2 게임용)

선수	경우		
	파트너	상대	2-run
1	2 3	3 4 4 2	2 3 4
2	1 4	3 4 1 3	1 4 3
3	4 1	1 2 4 2	4 1 2
4	3 2	1 2 1 3	3 2 1

조건2: 모든 참가선수들이 동일한 수의 선수들과 파트너 혹은 상대가 된다.

조건3: 전체 경기 진행에서 연이은 경기는 가능한 억제한다.

조건4: 전체 경기 진행에서 연이은 휴식은 가능한 억제한다.

조건1과 조건2를 만족하는 게임을 공정하다고 정의한다.

참가한 각 선수들이 동일하게 k번 게임을 하게 되는 경우 전체 게임수를 N이라하면 N, k, n은 다음의 등식을 만족함을 알 수 있다.

$$\frac{n \times k}{4} = N \tag{2.1}$$

위의 식 (2.1)에서 알 수 있는 것처럼 모든 참가 선수들이 동일한 게임수의 경기를 치른다면 $n \times k$는 4의 배수여야 함을 알 수 있다. 일방적인 경기는 재미를 반감시키므로 가능하면 대등한 경기가 될 수 있도록 복식조를 편성하고자 한다.

2.1. n이 4의 배수인 경우

2.1.1. $n = 4$**인 경우** 식 (2.1)에 의하여 1∼3게임용을 만들 수 있음을 알 수 있다. 4명의 참가선수를 이용하여 라운드 로빙 방식을 이용하면 다음과 같은 6가지의 짝을 짓는 경우가 발생함을 알 수 있다.

$$1-2 \qquad 1-3 \qquad 1-4 \qquad 3-4 \qquad 4-2 \qquad 2-3$$

이를 이용하여 3가지의 복식 경기를 만들면 표 2.1과 같음을 알 수 있다. 2게임용을 만들 경우 표 2.1에서 3가지게임 중 임의로 2경기를 선택하면 된다. 진행순서가 경기결과에 영향을 줄 수도 있지만 어느 방식을 선택하더라도 각 각의 선수들은 자기 아닌 2명만의 선수와 파트너로 2명의 선수와는 파트너 한 번 상대 한 번, 1명의 선수와는 상대 두 번씩 경기를 하게 된다. 3게임 중 게임 1과 게임 2를 선택한 경우 각 선수들이 상대하는 선수와 파트너를 아래의 상대-파트너 테이블을 이용하여 확인 할 수 있다. 참가한 4명의 선수들에게 1에서 4 중 임의로 하나씩을 부여한 후 순서대로 경기를 진행하면 된다. 이렇게 진행할 경우 모든 선수는 우리들이 요구하는 조건 1, 2를 만족하게 된다. 즉, 공정한 게임진행이 된다.

번호 1∼4가 출전선수의 실력인 경우 친선을 도모하는 동호인의 경기이기에 가능하면 대등한 게임이 되도록 대진표를 작성하고자 한다. 위의 표 2.1에서 3게임 중 출전 선수 모두 1게임을 소화하는 경우는 어느 게임 방식을 선택하더라도 공정한 게임이 됨을 알 수 있다. 그러나 가능하면 대등한 게임이 되도록 대진표를 작성하고자 하는 경우는 어느 게임방식을 선택하느냐에 따라 달라 질 수 있다.

표 **2.3.** 대진표

게임	인원수: 4명
1	$1-2:3-4$
2	$1-3:4-2$
3	$1-4:2-3$

표 **2.4.** 대진표에 따른 손실값

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	$1-2:3-4$	3	7	3
2	$1-3:4-2$	4	6	2
3	$1-4:2-3$	5	5	0

표 **2.5.** 대진표($n = 8$인 경우)

순서	인원수: 8명	
1 라운드	$1-2:3-8$	$4-7:5-6$
2 라운드	$1-4:2-7$	$3-5:8-6$
3 라운드	$1-5:3-4$	$2-6:8-7$
4 라운드	$1-6:2-5$	$3-7:4-8$
5 라운드	$1-7:5-8$	$2-3:4-6$
6 라운드	$1-3:6-7$	$2-8:4-5$
7 라운드	$1-8:5-7$	$2-4:3-6$

이러한 문제를 해결하기 위해 경기 진행열 s에 대해 i번째 게임의 좌우 2파트너들의 성적 순위의 합을 각각 a_i, b_i라 할 경우 손실 함수를 다음과 같이 정의하자.

$$L(s) = \sum_{i=1}^{N} L_i(s), \quad \text{단 } L_i(s) = |a_i - b_i|$$

이 경우 최적의 게임진행 방식은

$$L(\delta) = \min_s L(s)$$

를 만족하는 δ라 할 수 있다. 출전한 참가 선수 수에 따라 손실함수 값이 최소인 δ가 2이상 생길 수 있다. 이 경우엔 최대의 차이가 최소인 경우의 진행방식이 최적의 게임진행방식이 된다. 순위합의 차이가 최대인 경우가 동일한 경우엔 그 다음 최대인 것을 비교하여 최소최대법을 적용하여 최적의 게임방식을 결정한다. 4명이 치르는 공정한 게임에 대한 대진표는 표 2.3과 같고 대진에 따른 손실값은 표 2.4와 같다. 그러므로 번호가 실력순위인 경우 좀 더 대등한 경기를 위한 대진순서는 위의 대진순서의 역순임을 알 수 있다. 즉, 1∼4가 실력순위인 경우 1게임용인 경우 $1-4:2-3$을 2게임용인 경우 $1-4:2-3$과 $1-3:4-2$를 3게임용인 경우 $1-4:2-3$, $1-3:4-2$와 $1-2:3-4$를 모두 사용하면 된다.

2.1.2. $n = 8$**인 경우** 참가선수의 수가 8명인 경우 식 (2.1)에 의하여 1∼7 게임용을 만들 수 있으며 라운드 로빙방식을 이용하여 얻어진 공정한 대진표는 표 2.5와 같다.

1) 1-게임용인 경우

표 2.5에서 1게임씩을 소화하는 경우 $1-2:3-8$, $4-7:5-6$을 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 다른 복식조를 편성할 수 있다. 먼저 최초의 대진에 따른 손실값과 선수들의 번호를 달

표 **2.6.** 최초 복식조에 대한 손실값 (1게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2:3−8	3	11	8
2	4−7:5−6	11	11	0

표 **2.7.** 최적의 복식조 및 손실값(1게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	5−2:1−6	7	7	0
2	3−8:4−7	11	11	0

표 **2.8.** 최초 복식조에 대한 손실값 (2게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2:3−8	3	11	8
2	4−7:5−6	11	11	0
3	1−3:4−2	4	6	2
4	5−8:6−7	13	13	0

표 **2.9.** 최적의 복식조 및 손실값(2게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−4:3−2	5	5	0
2	5−8:6−7	13	13	0
3	4−5:1−8	9	9	0
4	3−6:2−7	9	9	0

리함으로써 얻어진 최소의 손실값을 갖는 대진표를 구하면 다음 표 2.6, 2.7과 같다. 그러므로 1게임용인 경우 최적의 게임방식은 손실함수값을 최소로 하는 1−6:5−2와 3−8:4−7이라고 할 수 있다.

2) 2-게임용인 경우

표 2.5에서 2게임씩을 소화하는 경우 1−2:3−8, 4−7:5−6, 1−3:4−2, 5−8:6−7을 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 손실값을 구할 수 있다. 이 경우 최초의 대진에 따른 손실값과 최소의 손실값을 갖는 대진표를 구하면 다음 표 2.8, 2.9와 같다. 그러므로 2게임용인 경우 최적의 게임방식은 손실함수값을 최소로 하는 1−4:3−2, 5−8:6−7, 4−5:1−8, 3−6:2−7이라고 할 수 있다.

3) 3-게임용인 경우

표 2.5에서 3게임씩을 소화하는 경우 1−2:3−8, 4−7:5−6, 1−3:4−2, 5−8:6−7, 1−4:5−3, 6−2:7−8을 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 손실값을 구할 수 있다. 이 경우 최초의 대진에 따른 손실값과 최소의 손실값을 갖는 대진표를 구하면 다음 표 2.10, 2.11과 같다. 그러므로 3게임용인 경우 최적의 게임방식은 손실함수값을 최소로 하는 1−3:2−4, 7−5:8−6, 1−7:3−5, 2−8:4−6, 1−8:2−7, 3−6:4−5가 된다.

4) 4-게임용인 경우

표 2.5에서 5게임씩을 소화하는 경우 1−2:3−8, 4−7:5−6, 1−3:4−2, 5−8:6−7, 1−4:5−3, 6−2:7−8, 1−5:6−4, 7−3:8−2를 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 손실값을 구할 수 있다. 이 경우 최초의 대진에 따른 손실값과 최소의 손실값을 갖는 대진표를 구하면 다음 표 2.12, 2.13과 같다. 그러므로 4게임용인 경우 최적의 게임방식은 손실함수값을 최소로 하는 4−2:1−5, 3−6:7−8,

표 **2.10.** 최초 복식조에 대한 손실값(3게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2 : 3−8	3	11	8
2	4−7 : 5−6	11	11	0
3	1−3 : 4−2	4	6	2
4	5−8 : 6−7	13	13	0
5	1−4 : 5−3	5	8	3
6	6−2 : 7−8	8	13	5

표 **2.11.** 최적의 복식조 및 손실값(3게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−3 : 2−4	4	6	2
2	7−5 : 8−6	12	14	2
3	1−7 : 3−5	8	8	0
4	2−8 : 4−6	10	10	0
5	1−8 : 2−7	9	9	0
6	3−6 : 4−5	9	9	0

표 **2.12.** 최초 복식조에 대한 손실값 (4게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2 : 3−8	3	11	8
2	4−7 : 5−6	11	11	0
3	1−3 : 4−2	4	6	2
4	5−8 : 6−7	13	13	0
5	1−4 : 5−3	5	8	3
6	6−2 : 7−8	8	15	7
7	1−5 : 6−4	6	10	4
8	7−3 : 8−2	10	10	0

표 **2.13.** 최적의 복식조 및 손실값(4게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	4−2 : 1−5	6	6	0
2	3−6 : 7−8	9	15	6
3	4−1 : 3−2	5	5	0
4	7−5 : 8−6	12	14	2
5	4−3 : 7−1	7	8	1
6	8−2 : 6−5	10	11	1
7	4−7 : 8−3	11	11	0
8	6−1 : 5−2	7	7	0

4−1 : 3−2, 7−5 : 8−6, 4−3 : 7−1, 8−2 : 6−5, 4−7 : 8−3, 6−1 : 5−2가 된다.

5) 5-게임용인 경우

표 2.5에서 5게임씩을 소화하는 경우 1−2 : 3−8, 4−7 : 5−6, 1−4 : 2−7, 3−5 : 8−6, 1−5 : 3−4, 2−6 : 8−7, 1−6 : 2−5, 3−7 : 4−8, 1−7 : 5−8, 2−3 : 4−6을 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 손실값을 구할 수 있다. 최초의 대진에 따른 손실값은 다음 표 2.14와 같다.

손실값이 최소인 경우는 여러 가지 생긴다. 다음의 두 가지 경우를 고려해보자. 표 2.15, 2.16의 두 경

표 **2.14.** 최초 복식조에 대한 손실값 (5게임용)

게임	인원수: 8명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	1−2 : 3−8	3	11	8
2	4−7 : 5−6	11	11	0
3	1−4 : 2−7	5	9	4
4	3−5 : 8−6	8	14	6
5	1−5 : 3−4	6	7	1
6	2−6 : 8−7	8	15	7
7	1−6 : 2−5	7	7	0
8	3−7 : 4−8	10	12	2
9	1−7 : 5−8	8	13	5
10	2−3 : 4−6	5	10	5
합				38

표 **2.15.** 최적의 복식조 및 손실값(5게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	1−4 : 3−2	5	5	0
2	8−7 : 6−5	15	11	4
3	1−8 : 4−7	9	11	2
4	3−6 : 2−5	9	7	2
5	1−6 : 3−8	7	11	4
6	4−5 : 2−7	9	9	0
7	1−5 : 4−6	6	10	4
8	3−7 : 8−2	10	10	0
9	1−7 : 6−2	8	8	0
10	4−3 : 8−5	7	13	6
합				22

표 **2.16.** 최적의 대진 및 손실값(4게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	1−4 : 3−2	5	5	0
2	5−7 : 6−8	12	14	2
3	1−5 : 4−7	6	11	5
4	3−6 : 2−8	9	10	1
5	1−6 : 3−5	7	8	1
6	4−8 : 2−7	12	9	3
7	1−8 : 4−6	9	10	1
8	3−7 : 5−2	10	7	3
9	1−7 : 6−2	8	8	0
10	4−3 : 5−8	7	13	6
합				22

우 모두 손실함수값과 최대차이가 같음을 알 수 있다. 다음으로 큰 차이를 비교하면 첫 번째의 경우 4이며 두 번째의 경우는 5임을 알 수 있다. 그러므로 최적의 게임으로는 첫 번째 경우가 선택된다. 즉 5게임용으로는 1−4 : 2−3, 5−7 : 6−8, 1−5 : 4−7, 3−6 : 2−8, 1−6 : 3−5, 4−8 : 2−7, 1−8 : 4−6, 3−7 : 5−2, 1−7 : 6−2, 4−3 : 5−8이 최적복식조편성이 된다.

표 **2.17.** 최초 복식조에 대한 손실값 (6게임용)

게임	인원수: 8명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2 : 3−8	3	11	8
2	4−7 : 5−6	11	11	0
3	1−4 : 2−7	5	9	4
4	3−5 : 8−6	8	14	6
5	1−5 : 3−4	6	7	1
6	2−6 : 8−7	8	15	7
7	1−6 : 2−5	7	7	0
8	3−7 : 4−8	10	12	2
9	1−7 : 5−8	8	13	5
10	2−3 : 4−6	5	10	5
11	1−3 : 6−7	4	13	9
12	2−8 : 4−5	10	9	1
합				48

표 **2.18.** 최적의 복식조에 대한 손실값 (6게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	6−2 : 3−7	8	10	2
2	4−8 : 5−1	12	6	6
3	6−4 : 2−8	10	10	0
4	3−5 : 7−1	8	8	0
5	6−5 : 3−4	11	7	4
6	2−1 : 7−8	3	15	12
7	6−1 : 2−5	7	7	0
8	3−8 : 4−7	11	11	0
9	6−8 : 5−7	14	12	2
10	2−3 : 4−1	5	5	0
11	6−3 : 1−8	9	9	0
12	2−7 : 4−5	9	9	0
합				26

6) 6-게임용인 경우

표 2.5에서 6게임씩을 소화하는 경우 1−2 : 3−8, 4−7 : 5−6, 1−4 : 2−7, 3−5 : 8−6, 1−5 : 3−4, 2−6 : 8−7, 1−6 : 2−5, 3−7 : 4−8, 1−7 : 5−8, 2−3 : 4−6, 1−3 : 6−7, 2−8 : 4−5를 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 손실값을 구할 수 있다. 이 경우 최초의 대진에 따른 손실값과 최소의 손실값을 갖는 대진표를 구하면 다음 표 2.17과 같다.

손실값이 최소인 경우가 여러 가지 생긴다. 다음의 두 가지 경우를 고려해보자. 6게임용으로는 6−2 : 3−7, 4−8 : 5−1, 6−4 : 2−8, 3−5 : 7−1, 6−5 : 3−4, 2−1 : 7−8, 6−1 : 2−5, 3−8 : 4−7, 6−8 : 5−7, 2−3 : 4−1, 6−3 : 1−8, 2−7 : 4−5이 최적복식조편성이 된다.

7) 7-게임용인 경우

표 2.5에서 7게임씩을 소화하는 경우 1−2 : 3−8, 4−7 : 5−6, 1−4 : 2−7, 3−5 : 8−6, 1−5 : 3−4, 2−6 : 8−7, 1−6 : 2−5, 3−7 : 4−8, 1−7 : 5−8, 2−3 : 4−6, 1−3 : 6−7, 2−8 : 4−5, 1−8 : 5−7, 2−4 : 3−6을 선택할 수 있는데 이 경우 선수들의 번호를 달리함으로써 손실값을 구할 수 있다. 이 경우 최초의 대진에 따른 손

표 **2.19.** 최초 복식조에 대한 손실값 (7게임용)

게임	인원수: 8명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2:3−8	3	11	8
2	4−7:5−6	11	11	0
3	1−4:2−7	5	9	4
4	3−5:8−6	8	14	6
5	1−5:3−4	6	7	1
6	2−6:8−7	8	15	7
7	1−6:2−5	7	7	0
8	3−7:4−8	10	12	2
9	1−7:5−8	8	13	5
10	2−3:4−6	5	10	5
11	1−3:6−7	4	13	9
12	2−8:4−5	10	9	1
13	1−8:5−7	9	12	3
14	2−4:3−6	6	9	3
합				54

표 **2.20.** 최적의 복식조에 대한 손실값 (7게임용)

게임	인원수: 4명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	6−2:3−7	8	10	2
2	4−8:5−1	12	6	6
3	6−4:2−8	10	10	0
4	3−5:7−1	8	8	0
5	6−5:3−4	11	7	4
6	2−1:7−8	3	15	12
7	6−1:2−5	7	7	0
8	3−8:4−7	11	11	0
9	6−8:5−7	14	12	2
10	2−3:4−1	5	5	0
11	6−3:1−8	9	9	0
12	2−7:4−5	9	9	0
13	6−7:5−8	13	13	0
14	2−4:3−1	6	4	2
합				28

실값과 최소의 손실값을 갖는 대진표를 구하면 다음 표 2.19, 2.20과 같다. 7게임용으로는 6−2:3−7, 4−8:5−1, 6−4:2−8, 3−5:7−1, 6−5:3−4, 2−1:7−8, 6−1:2−5, 3−8:4−7, 6−8:5−7, 2−3:4−1, 6−3:1−8, 2−7:4−5, 6−7:5−8, 2−4:3−1이 최적복식조편성이 된다.

2.2. 참가자 수가 4의 배수가 아닌 경우

2.2.1. $n = 6$**인 경우** 참가선수의 수가 6명인 경우 식 (2.1)에 의하여 2게임용과 4게임용을 만들 수 있음을 알 수 있다. 2게임용에 대한 라운드 로빙방식을 이용하여 얻어진 공정한 대진표는 표 2.21과 같이 3가지 경우가 얻어진다. 각각의 복식조(s1∼s3) 모두가 공정한 복식조 편성이 된다. 이들에 대한 손실값은 표 2.22와 같다. 이 경우 게임번호 2가 손실함수 합이 다른 것에 비해 작음을 알 수 있으며 이

표 **2.21.** 공정한 게임에 대한 대진표($n = 6$인 경우)

복식조	인원수: 6명		
s1	1−2 : 3−6	4−5 : 1−3	4−2 : 5−6
s2	1−2 : 3−6	4−5 : 6−2	1−4 : 5−3
s3	1−2 : 3−6	1−5 : 6−4	2−3 : 4−5

표 **2.22.** 공정한 게임에 대한 손실값(2게임용)

복식조	인원수: 6명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2 : 3−6 4−5 : 1−3 4−2 : 5−6	3 9 6	9 4 11	6 5 5
2	1−2 : 3−6 4−5 : 6−2 1−4 : 5−3	3 9 5	9 8 8	6 1 3
3	1−2 : 3−6 1−5 : 6−4 2−3 : 4−5	3 6 5	9 10 9	6 4 4

표 **2.23.** 최소의 손실값을 갖는 대진표 및 손실(2게임용)

게임	인원수: 6명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	5−3 : 1−6	8	7	1
2	4−2 : 5−1	6	6	0
3	4−3 : 2−6	7	8	1
합				2

표 **2.24.** 최소의 손실값을 갖는 대진표 및 손실(2게임용)

게임	인원수: 6명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	4−3 : 1−6	7	7	0
2	5−2 : 4−1	7	5	2
3	5−3 : 2−6	8	8	0
합				2

표 **2.25.** 공정한 게임에 대한 대진표(4게임용인 경우)

복식조	인원수: 6명					
s1	1−2 : 3−6	1−4 : 5−3	4−5 : 6−2	1−3 : 4−2	5−6 : 2−3	1−5 : 6−4

표 **2.26.** 최초 복식조에 대한 손실값 (4게임용)

게임	인원수: 6명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	1−2 : 3−6	3	9	6
2	1−4 : 5−3	5	8	3
3	4−5 : 6−2	9	6	3
4	1−3 : 4−2	4	6	2
5	5−6 : 2−3	11	5	6
6	1−5 : 6−4	6	10	4
합				22

를 선택한 후 선수들을 변화시키면 손실값이 최소가 되는 다음 표 2.23과 같은 진행순서를 얻을 수 있다. 표 2.24의 경우 손실값이 2로 동일하지만 최대차이가 1인 경우의 게임인 5−3 : 1−6, 4−2 : 5−1, 4−3 : 2−6이 최적인 복식조 편성이 된다.

2.2.2. 4게임용인 경우 4게임용에 대한 라운드 로빙방식을 이용하여 얻어진 공정한 대진표는 표 2.21과 같다. 표 2.25의 대진표에 따른 손실값을 계산하면 표 2.26과 같다. 표 2.26의 선수 번호를

표 **2.27.** 최소의 손실값을 갖는 대진표 및 손실(4게임용)

게임	인원수: 6명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	4−3 : 1−6	7	7	0
2	4−2 : 5−1	6	6	0
3	2−5 : 6−3	7	9	2
4	4−1 : 2−3	5	5	0
5	5−6 : 3−1	11	4	7
6	4−5 : 6−2	9	8	1
합				10

표 **2.28.** 최소의 손실값을 갖는 대진표 및 손실(4게임용)

게임	인원수: 6명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	4−2 : 1−6	6	7	1
2	4−3 : 5−1	7	6	1
3	3−5 : 6−2	8	8	0
4	4−1 : 3−2	5	5	0
5	5−6 : 2−1	11	3	8
6	4−5 : 6−3	9	9	0
합				10

표 **2.29.** 공정한 게임에 대한 대진표($n = 7$인 경우)

복식조	인원수: 7명						
s1	2−7 : 4−5	3−1 : 5−6	4−2 : 6−7	5−3 : 7−1	6−4 : 1−2	7−5 : 2−3	1−6 : 2−5

표 **2.30.** 공정한 게임에 대한 손실값($n = 7$인 경우)

게임	인원수: 7명	a_i	b_i	$\lvert a_i - b_i \rvert$
1	2−7 : 4−5	9	9	0
2	3−1 : 5−6	4	11	7
3	4−2 : 6−7	6	13	9
4	5−3 : 7−1	8	8	0
5	6−4 : 1−2	10	3	7
6	7−5 : 2−3	12	5	7
7	1−6 : 2−5	7	7	0
합				28

랜덤화함으로써 최소의 손실값을 가지는 대진표는 다음 표 2.27과 같이 얻어진다. 표 2.28의 경우 손실값이 10으로 동일하지만 좌우 순위합의 최대 차이가 작은 경우의 게임인 4−3 : 1−6, 4−2 : 5−1, 2−5 : 6−3, 4−1 : 2−3, 5−6 : 3−1, 4−5 : 6−2이 최적인 복식조 편성이 된다.

2.2.3. $n = 7$**인 경우** 참가선수의 수가 7명인 경우 식 (2.1)에 의하여 4게임용을 만들 수 있음을 알 수 있다. 참가 선수가 4명인 경우와 마찬가지로 라운드 로빙방식을 이용하여 얻어진 공정한 대진표는 표 2.29와 같다. 표 2.29의 대진표에 따른 손실값을 계산하면 다음 표 2.30과 같다. 표 2.30의 선수 번호를 랜덤화함으로써 최소의 손실값을 갖는 대진표는 다음 표 2.31과 같다. 7인 4게임용으로 6−7 : 5−3, 4−1 : 3−2, 5−6 : 2−7, 3−4 : 7−1, 2−5 : 1−6, 7−3 : 6−4, 1−2 : 4−5이 최적복식조편성이 된다.

표 **2.31.** 최소의 손실값을 갖는 대진표 및 손실(4게임용)

게임	인원수: 7명	a_i	b_i	$\|a_i - b_i\|$
1	6−7 : 5−3	13	8	5
2	4−1 : 3−2	5	5	0
3	5−6 : 2−7	11	9	2
4	3−4 : 7−1	7	8	1
5	2−5 : 1−6	7	7	0
6	7−3 : 6−4	10	10	0
7	1−2 : 4−5	3	9	6
합				14

3. 결언

각 경기에서 공정한 게임은 다양하게 정의될 수 있다. 출전하는 선수에 따라 게임의 진행에 대해 선호하는 방식 또한 다를 수 있으며 목적함수를 어떻게 정의하느냐에 따라 이상적인 경기진행방식은 달라질 수 있다. 본 논문에서는 선수수가 고정되어 있고 각 출전 선수들의 실력이 순서화 되어 있는 경우 공정한 게임에 대하여 목적함수를 최소로 하는 복식조를 만드는 방식을 보여주었다. 만들어진 짝과 경기진행방식이 주어진 짝에 대해 손실을 최소로 하는지는 모든 순서조합에 대한 손실을 계산해봄으로써 확인해볼 수 있다. 선수수가 12명이상인 경우에도 우리가 제안한 방식으로 이상적인 경기진행방식을 만들 수 있다. 그러나 동호인들의 경기인 경우 현실적으로 12명이상인 경우는 다시 경기 수준에 따라 세분하여 하게 되는 경우가 대부분이므로 12명이상이 함께 하는 경기는 발생하기 어렵기 때문에 생략하였다. 참여하는 선수들이 선호하는 경기 진행 방식에 따라 다양한 목적함수를 정의할 수 있으며 이상적인 경기진행방식을 만들 수 있다. 참가선수가 소수인 동호인 클럽에서 참가선수들의 실력이 순서화 되어 있는 경우 제안된 복식조 편성을 통하여 좀 더 만족한 경기진행을 할 수 있을 것이라 확신한다.

참고문헌

신양우 (2004). <기초확률론>, 경문사.

안창식 (1997). 테니스 동호인의 인구 통계학적 특성과 참여도에 관한 연구, <한국레저스포츠학회지>, 창간호, 74–84.

이흥구, 한태룡 (2004). 테니스 동호인의 복식경기 문화, <한국스포츠리서치>, **16**, 949–968.

전종우, 김우철 (1987). <확률론입문>, 영지문화사.

조대현 (2008). 라운드 로빙방식을 응용한 복식조편성방법, <응용통계연구>, **21**, 1015–1026.

최성훈 (2004). 한국 동호인 테니스대회 참가자들의 특성에 대한 분석, <한국체육학회지>, **43**, 835–843.

Ross, S. (1994). *A First Course in Probability*, fourth ed., Prentice-Hall Inc.

http://tennis.co.kr/community/board/detail.asp?comserial=1818&serial=389493

Method of Deciding Optimal Double Pairs When Players are Ordered

Daehyeon Cho[1]

[1]Department of Data Science/Institute of Statistical Information, Inje University

(Received August 2009; accepted September 2009)

Abstract

In this paper, we are interested in tennis games and the best of all matches that is fair to most of all participants. Especially when players are ordered in accordance with their playing ability, we are interested in finding the best of all matches that is even with each other's playing pair. We propose a loss function. And using our proposed loss function, we get a best match that obtains the minimal loss according to the number of games for given participants.

Keywords: Round robin, double pair, loss function, sequences of optimal match.

[1]Department of Data Science/Institute of Statistical Information, Inje University, Kimhae, 621-749, Korea. E-mail: statcho@inje.ac.kr