



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

외교학 석사 학위논문

다차원 이상점 추론(ideal point estimation)을 통한 투표 분석

- 유엔총회 사례를 중심으로 -

2019년 8월

서울대학교 대학원
정치외교학부 외교학전공
신 수 안

다차원 이상점 추론(ideal point estimation)을 통한 투표 분석

- 유엔총회 사례를 중심으로 -

지도교수 박 종 희

이 논문을 외교학 석사 학위논문으로 제출함

2019년 5월

서울대학교 대학원

정치외교학부 외교학전공

신 수 안

신수안의 석사 학위논문을 인준함

2019년 7월

위 원 장 조동준 (인)

부위원장 임요한 (인)

위 원 박종희 (인)

국문초록

투표 자료를 통한 이상점 추론 방법은 정치 행위자의 선호와 사회의 균열을 규명할 수 있다는 점에서 매우 유용한 연구 방법이다. 그러나 기존의 이상점 추론 방법들은 기술적인 한계로 인하여 다차원의 이념 공간에 대한 분석이 어려웠던 바이다. 본 연구는 선행연구들이 지니는 문제점을 분석하고 이를 대체할 새로운 방법으로 맨하탄 거리와 슬라이스 샘플링을 활용한 MSS 방법을 제안한다.

기존의 다차원 이상점 추론 방법의 경우, 정치 행위자가 이념 공간상에서 자신의 이상점과 안건에 찬성 혹은 반대했을 때의 결과에 대응하는 이상점 사이의 유사성을 측정하는 방식을 유클리디언 거리로 가정한다. 그러나, 유클리디언 거리를 사용한 모형은 회전 불변성의 문제를 겪게 되고, 이는 곧 다차원 모형 식별이 불가능함을 의미한다. NOMINATE와 IRT 방법은 이러한 문제를 해결하기 위해서 모형에 특정한 가정을 추가하였으나, 이러한 가정은 정치 현실과는 맞지 않는 무리한 내용을 담고 있다. 보다 구체적으로, NOMINATE의 경우 각 차원이 서로 상관관계를 지니고 있지 않아야 한다는 제약 조건이 부과되며, IRT의 경우 일부 정치 행위자의 이상점을 연구자가 자의적으로 고정시켜야 하는 부담이 따른다.

MSS 방법의 경우 효용함수의 거리 측정 방식을 맨하탄 거리로 대체함으로써 이러한 회전 불변성의 문제로부터 벗어난다. 더불어, 기존의 심리학 연구들은 공간 모형에서 맨하탄 거리를 사용하는 것이 더 적절함을 이론적으로 뒷받침하고 있는 바이다. MSS 방법은 맨하탄 거리를 활용한 공간 모형을 통해 회전 불변성의 문제에서 벗어나 이념 공간의 각 차원이 상관성을 지니고 있는 상황에서도 이상점을 정확히 추론한다.

MSS 방법의 또 다른 이점은 차원의 개수 및 가중치를 쉽게

추정할 수 있다는 점이다. 정치학 연구 전반에 있어 사회의 균열을 규명하는 문제는 중요한 과제로 존재해왔으며, MSS 방법을 통해 추정된 이념 공간의 차원의 개수와 가중치는 사회의 균열에 대한 경험적 분석을 가능케 한다.

본 연구는 MSS 방법을 유엔총회 투표 분석에 적용함으로써 다음과 같은 결과를 도출해낸다. 첫째, 선행연구의 주장과는 달리, 탈냉전기 유엔총회의 이념 공간은 다차원으로 이루어졌다. 둘째, 탈냉전기 유엔총회의 이념 공간에는 남북문제와 서구 대 비서구의 갈등이라는 두 균열이 공존하였다. 셋째, 미국은 냉전기 이후 유엔총회에서 “lonely power”로 자리매김하게 되었다. MSS 방법을 통해 본 연구는 유엔총회 투표를 분석한 선행연구의 결과를 뒤집는 한편 일부 내용을 강화할 수 있었다.

본 논문에서 제시한 MSS 방법은 기존의 다차원 이상점 추론 방법의 제한에서 벗어났으며, 추후 다양한 정치적 맥락에서 투표 자료를 분석하는 데에 쓰일 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 이상점 추론, 투표 분석, 유엔 총회, 맨하탄 거리, 슬라이스 샘플링, 베이지안 연구방법

학 번 : 2017-24284

목 차

I. 서론	1
1. 이상점 추론(ideal point estimation)의 필요성	1
2. 문제 제기	5
3. 연구 방법 및 자료	10
4. 논문의 구성	12
II. 공간 모형과 이상점 추론	13
1. 공간 모형	13
1) 역사	13
2) 기본 개념	15
2. 이상점 추론 방법	28
1) NOMINATE	28
(1) 모형	28
(2) 알고리즘	32
(3) 문제점	34
2) IRT	39
(1) 모형	40
(2) 알고리즘	42
(3) 문제점	46
III. 다차원 이상점 추론 방법	49
1. 새로운 모형	49
2. 알고리즘	54
3. 시뮬레이션을 통한 검증	59
IV. 유엔총회 투표 분석	67
1. 기존 논의	67
2. 분석 자료	71

3. 분석 결과	74
V. 결론	80
부록	82
참고문헌	83
Abstract	88

표 목 차

[표 2-1] 공간 모형 기호	17
[표 4-1] 유엔총회 선행연구	69
[표 5-1] 요약	80
[알고리즘 2-1] NOMINATE	34
[알고리즘 2-2] IRT	45
[알고리즘 3-1] MSS 방법	58

그 립 목 차

[그림 1-1] W-NOMINATE를 통한 유엔총회 분석 사례	8
[그림 2-1] 1차원 공간 모형	18
[그림 2-2] 2차원 공간 모형	19
[그림 2-3] 2차원 공간 모형	20
[그림 2-4] 2차원 공간 모형	21
[그림 2-5] 차원의 상관관계	22
[그림 2-6] 거리 측정 방식	24
[그림 2-7] 효용함수의 형태	25
[그림 2-8] NOMINATE의 문제	37
[그림 2-9] NOMINATE의 문제	39
[그림 2-10] IRT의 문제	47
[그림 3-1] 회전 불변성	52
[그림 3-2] 슬라이스 샘플링	55
[그림 3-3] 시뮬레이션 결과1	61
[그림 3-4] 시뮬레이션 결과2	63
[그림 4-1] 자료 예시1	72
[그림 4-2] 자료 예시2	72

[그림 4-3] 자료 예시3	73
[그림 4-4] MSS 결과1	74
[그림 4-5] MSS 결과2	75
[그림 4-6] MSS 결과3	76
[그림 4-7] 유엔총회 투표 분석	78

I. 서론

1. 이상점 추론(ideal point estimation)의 필요성

개인을 단위로 하여 정치를 분석하는 시각에서, 정치 행위자의 ‘선호(preference)’는 매우 중요한 개념이다. 정치 행위자의 선호란 고도로 추상적이고 다면적인 개념이기에 어느 하나로 정의내리기 어렵지만, 특정 맥락에서 행위자가 어떠한 선택을 하는지에 따라 그 행위자의 현시선호(revealed preference)를 관측하는 것이 가능하다. 정치 행위자의 현시선호를 포착할 수 있는 대표적인 장치는 바로 정치적 안전들에 대한 찬반의 의견표명이다.

이러한 장치의 대표적인 예시로서 입법기관에서의 의원의 투표나 사법기관에서의 판사의 판결 등을 들 수 있다. 나아가 SNS 상에서의 ‘친구 맺기’나 정당과 의원의 발언을 통해서 현시선호의 구조를 파악할 수도 있다. 앞서 언급한 예시들은 모두 정치 행위자의 이상점(ideal point)을 가정하고 모형을 세워 이를 토대로 선호를 파악한 정치학 연구들의 연구 자료이다.¹⁾ 이들 연구는 공통적으로 자료에 대한 공간 모형

1) Keith T. Poole and Howard Rosenthal, "A spatial model for legislative roll call analysis," *American Journal of Political Science*, Vol 29, No. 2 (May 1985), pp. 357-384; Joshua Clinton, Simon Jackman, and Douglas Rivers, "The Statistical Analysis of Roll Call Data," *The American Political Science Review*, Vol. 98, No. 2 (May 2004), pp. 355-370; Andrew D. Martin and Kevin M. Quinn, "Dynamic Ideal Point Estimation via Markov Chain Monte Carlo for the U.S. Supreme Court, 1953-1999," *Political Analysis*, Vol. 10, No. 2 (2002), pp. 134-153; Pablo Barberá, "Birds of the Same Feather Tweet Together: Bayesian Ideal Point Estimation Using Twitter Data," *Political Analysis*, Vol. 23, No. 1 (2015), pp. 76-91; Jonathan B. Slapin and Sven-Oliver Proksch, "A Scaling Model for Estimating Time-Series Party Positions from Texts," *American Journal of Political Science*, Vol. 52, No. 3 (July 2008), pp. 705-722; In Song Kim,

(spatial model)을 기반으로 하여 개인 행위자들의 이상점을 추론하고 있다.

정치 행위자의 이상점을 추론하는 문제에 대해서는 두 가지 접근이 가능하다. 첫 번째는 자료 중심의 접근(data driven approach)이다. 개인들의 정치 행위의 결과로 투표, 발언 등의 자료가 축적되었을 때 이들 자료를 기반으로 그들 각각의 상대적인 특성을 요약하는 것이다. 즉, 요인 분석(factor analysis)이나 차원 축소(dimensionality reduction), Multidimensional Scaling(이하 MDS) 등을 이용하여 방대한 양의 관측 자료를 바탕으로 그 속에 잠재된 핵심적인 내용을 추출하는 것이라고 볼 수 있다. 이러한 접근을 염두에 둘 때, 투표, 텍스트, 음성 및 비디오 등 양질의 자료가 대중에게 공개되는 현대사회에서 데이터 분석의 차원으로 이상점 추론에 대한 관심이 높아지는 것은 자연스러운 귀결이라고 할 수 있다.

두 번째는 이론 중심의 접근(theory driven approach)이다. 이 접근의 경우 개인의 이상점을 실재하는 것으로 보고, 이들 이상점을 하나의 파라미터(parameter)로 삼아 어떻게 정치 행위가 도출되는지를 구체적인 모형으로 세운다. 그런 다음 관측 자료를 본 모형에 적용하여 이상점을 통계적으로 추정한다. 이러한 접근이 유효한 까닭은 형식 이론(formal theory)을 통해 정치를 이해하는 입장에서 개인의 이상점과 선호가 모형의 기본적인 필수적인 요소로 사용되기 때문이다.

이상점 추론과 관련된 정치학 연구들은 이 두 접근을 모두 아우르며 발전해왔다. 전자의 관점에서 이상점 추론에 대해 접근하였을 때에는 알고리즘의 기술적인 발전이 가능하였고, 후자의 관점에서 이상점 추론에 대해 접근하였을 때에는 정치 행위에 대한 모형과 모형에서 도출된

John Londregan and Marc Ratkovic, "Estimating Spatial Preferences from Votes and Text," *Political Analysis*, Vol. 26, No. 2 (2018), pp. 210-229. Poole and Rosenthal, 1985와 Clinton et al., 2004의 경우 미국 상·하원의 호명투표를, Martin and Quinn, 2002의 경우 미국 대법원 판결을, Barberá, 2015의 경우 트위터 팔로우를, Slapin and Proksch, 2008의 경우 정당의 매니페스토(manifesto)를, Kim et al., 2018의 경우 의원의 단상 발언(floor speech)를 분석 자료로 삼았다.

이론의 정교화가 이루어지게 되었다. 그 구체적인 발전과정은 다음과 같다.

공간 모형을 통한 이상점 추론 방법 중에서 가장 오래 그리고 널리 사용된 것은 바로 NOMINATE이다.²⁾ NOMINATE 방법을 통해 미국 상·하원 의원들의 이상점을 1차원 또는 2차원의 공간에 위치시킬 수 있었고, 이를 통해 각 의원들이 어떠한 이념 성향을 지니고 있는지, 공화당과 민주당 간의 이념적 거리가 어떻게 변화해 왔는지 등을 실증적으로 검토할 수 있게 되었다. 이렇듯 NOMINATE 방법으로 추론한 의원들의 이상점은 그것 자체로 분석 대상이 될 뿐만이 아니라, 정치학 연구에서 다양한 가설을 검증하기 위한 모형의 변수나 뉴스 미디어와 같은 매체에서 꾸준히 언급되어왔다.³⁾

2) NOMINATE 방법은 “nomial, three-step estimation”의 일부 글자를 따서 명명되었다. 이는 Poole and Rosenthal, 1985에서 처음 소개되었고, 이후 D-NOMINATE, W-NOMINATE, DW-NOMINATE, α -NOMINATE로 발전되어왔다. 구체적인 차이점은 본문 II의 2, 1) NOMINATE 방법에서 논하고 있다. 본 연구에서는 표기의 편의를 위하여 NOMINATE를 초기의 모형과 D-NOMINATE, W-NOMINATE, DW-NOMINATE 모두를 지칭하는 용어로 사용하였음을 미리 밝히는 바이다. (α -NOMINATE의 경우 NOMINATE와 Clinton et al., 2004의 Item Response Theory에 기반한 모형의 효용함수를 비교하기 위한 특수한 목적으로 만들어진 모형이므로 이는 제외함.)

3) 대표적인 예로는 다음의 연구들을 들 수 있다: 미국 양원의 투표를 기록하기 시작한 1789년부터 200여년에 걸친 투표 자료를 바탕으로 미국의 정치경제적 상황에 따라 투표행태가 어떻게 변화하여 왔는가에 대해서 서술한 연구인 Keith T. Poole and Howard Rosenthal, *Congress: A Political-Economic History of Roll-Call voting* (Oxford: Oxford University Press, 1997); 다수당의 어젠다 세팅(agenda setting) 파워를 강조하여 Responsible Party Government 이론을 뒷받침하고, 이 주장을 검증하기 위해 의원들의 이상점으로 DW-NOMINATE와 W-NOMINATE 방법의 1차원 스코어를 활용한 Gary W. Cox and Mathew D. McCubbins, *Setting the agenda: Responsible party government in the US House of Representatives* (New York: Cambridge University Press, 2005).

NOMINATE 스코어를 이용한 기사의 예시는 다음과 같다: “Powering down - American democracy”, *The Economist* November 6, 2014, <https://www.economist.com/briefing/2014/11/06/powering-down> (검색일: 2019년 5월 15일); Wilson Andrews, Haeyoun Park and Alicia Parlapiano,

NOMINATE 방법은 정치학 연구에 있어 이상점 추론이라는 새로운 분야를 개척하였고, 이후 여러 연구자들이 다양한 방향으로 이상점 추론 방법을 개발하여왔다. 대표적으로 모형에 있어서는 교육학 연구로부터 발전한 Item Response Theory를 이용한 모형의 베이지안 추론(이하 IRT 방법)이 개발되었고, 앞서 언급한 바와 같이 투표 외에 텍스트나 선거 캠페인 기부금 등의 새로운 자료를 활용하여 이상점을 추론하는 모형도 등장하게 되었다.⁴⁾ 나아가서, 이상점의 시기별 비교를 가능케 하는 동적(dynamic) 모형이나 찬반 외에 기권이라는 선택 또한 모형에 포함시킬 수 있게 해주는 순서형(ordinal) 모형, IRT 방법을 직접 시행했을 때의 컴퓨팅 속도를 개선시켜줄 수 있도록 EM 알고리즘(Expectation-Maximization algorithm)을 활용한 방법 등도 개발되었다.⁵⁾

“The Republican Senators Who Have Opposed the Many Bills to Repeal Obamacare,” *The New York Times*, September 26, 2017, <https://www.nytimes.com/interactive/2017/09/25/us/republicans-who-opposed-the-senate-health-care-bills.html?searchResultPosition=1> (검색일: 2019년 5월 15일); Sean McElwee and Jon Green, “It sure looks as if Kirsten Gillibrand is running for president,” *The Washington Post*, January 1, 2018, https://www.washingtonpost.com/news/monkey-cage/wp/2018/01/01/it-sure-looks-as-if-kirsten-gillibrand-is-running-for-president/?utm_term=.36a509514c8b (검색일: 2019년 5월 15일).

- 4) Clinton et al., 2004이 이상점 추론에 있어서 IRT 방법을 처음 소개하였다. Adam Bonica, “Inferring Roll-Call Scores from Campaign Contributions Using Supervised Machine Learning,” *American Journal of Political Science*, Vol. 62, No. 4 (October 2018), pp. 830-848은 선거 캠페인 기부금으로 이상점을 추론하는 방법을 제시한다.
- 5) 차례로 Michael A. Bailey, “Comparable Preference Estimates across Time and Institutions for the Court, Congress, and Presidency,” *American Journal of Political Science*, Vol. 51, No. 3 (July 2007), pp. 433-448; Michael A. Bailey, Anton Strezhnev, and Erik Voeten, “Estimating Dynamic State Preferences from United Nations Voting Data,” *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 61, No. 2 (February 2017), pp. 430-456; Kosuke Imai, James Lo, and Jonathan Olmsted, “Fast Estimation of Ideal Points with Massive Data,” *American Political Science Review*, Vol. 110, No. 4

위와 같은 이상점 추론 방법의 개발에 힘입어, 이 방법을 응용한 다양한 정치학 연구들이 이뤄지게 되었다. 염두에 둘 점은 이들 정치학 연구들이 단순히 ‘개인’의 이상점을 분석하는 데에 국한되지 않았다는 점이다. 정당이나 국가와 같은 집단도 그것이 하나의 단위(unit)로서 가정한다면 이상점을 추론하는 것이 가능하다. 예컨대 국제정치를 국가 행위자 중심으로 분석하는 시각에서 국가의 이상점 추론이 가능하다고 볼 수 있다. 나아가 이상점을 바탕으로 정당과 같은 집단의 양극화 정도, 내부 결속도, 대표성(representation), 압력(pressure) 등의 개념을 수치화할 수 있고, 이를 통해 여러 가지 가설을 검증할 수도 있다.

2. 문제 제기

단 하나의 차원으로 개인, 정당 혹은 국가의 이상점을 설명할 수 있는가? 이론적으로 이에 대한 답은 회의적일 수밖에 없다. 의회 및 정당 정치, 그리고 국제 정치 연구자들은 새로운 이슈들의 부상, 연대(coalition) 구조의 변화, 그리고 정당의 재구성(realignment)을 논해왔다.⁶⁾ 따라서 정치 행위자의 선택을 구속하는 여러 가지 준거의 존재 가능성을 차단하는 것은 이러한 이론적 발전에 부합하지 않는다.

(November 2016), pp. 631-656.

6) 다음의 연구들을 참고할 것: Nolan M. McCarty, Keith T. Poole, and Howard Rosenthal, *Income Redistribution and the Realignment of American Politics* (AEI Press, 1997); Jeremy J. Albright, “The Multidimensional Nature of Party Competition,” *Party Politics*, Vol. 16, No. 6 (2010), pp 699-719; Gary Miller and Norman Schofield, “Activists and Partisan Realignment in the United States,” *American Political Science Review*, Vol. 97, No. 2 (2003), pp. 433-450; Michael Laver and Norman Schofield, *Multiparty Government: The Politics of Coalition in Europe* (University of Michigan Press, 2004); Erik Voeten, “Resisting the Lonely Superpower: Responses of States in the United Nations to US Dominance,” *The Journal of Politics*, Vol. 66, No. 3 (2004), pp. 729-754; Gary Miller and Norman Schofield, “The Transformation of the Republican and Democratic Party Coalitions in the U.S.,” *Perspectives on Politics*, Vol. 6, No. 3 (2008).

그러나, 기존의 이상점 추론 방법들은 대부분 단일한 차원의 값만을 보여준다. 이는 이상점 자체의 정확성은 물론이거니와 앞서 언급한 양극화 정도, 대표성, 정당 압력과 같은 개념들의 엄밀한 수치화를 방해한다. 즉, 이론과 방법 사이의 괴리가 존재하는 것이다. 이론적 필요성에도 불구하고 다차원 이상점 추론이 어려운 이유는 기존 NOMINATE나 IRT 방법 모형 자체에 기술적인 한계가 존재하기 때문이다. 보다 구체적으로는 2차원 이상에서 NOMINATE나 IRT 방법으로 추정된 이상점들을 영점을 기준으로 회전시켜도 추정에 쓰이는 모형의 식(우도함수나 사후분포)이 바뀌지 않는다. 이러한 속성을 일컬어 회전 불변성(rotational invariance)이라고 한다.

이 회전 불변성을 해결하기 위하여 다음과 같은 가정이 추가되곤 한다. (1) 몇몇 행위자들의 이상점을 임의로 고정시켜 놓거나(anchoring) (2) 이상점을 구축하는 각 차원의 독립성(independency) 내지는 직교성(orthogonality)을 가정하는 것이다⁷⁾. 그러나 각각의 가정은 현실에서의 정치에 비추어 볼 때에 상당한 양보를 요구하게 된다. 전자의 경우, 이상점을 구축하는 차원의 의미가 무엇인지 선형적으로 알지 못하는 상태에서 이들을 고정시키는 것은 연구자의 자의적인 판단을 요구하게 된다. 특히 차원의 개수가 늘어날수록 고정되어야 할 행위자의 숫자도 늘어나게 되는데, 그만큼 연구자의 자의적인 판단이 많이 개입된다고 볼 수 있다. 나아가 이러한 연구자의 판단이 잘못되었을 경우에는 이상점의 추정치 또한 왜곡되게 된다. 직교성 가정의 경우 이상점을 구축하는 차원들, 즉 정치적인 이슈들이 서로 밀접한 연관성이 있을 수 있음에도 불구하고 이러한 가능성을 사전에 미리 차단시켜 놓는다는 문제가 있다. 이는 실제 다차원 이상점 연구를 수행함에 있어서 각 차원의 의미를 해석하는

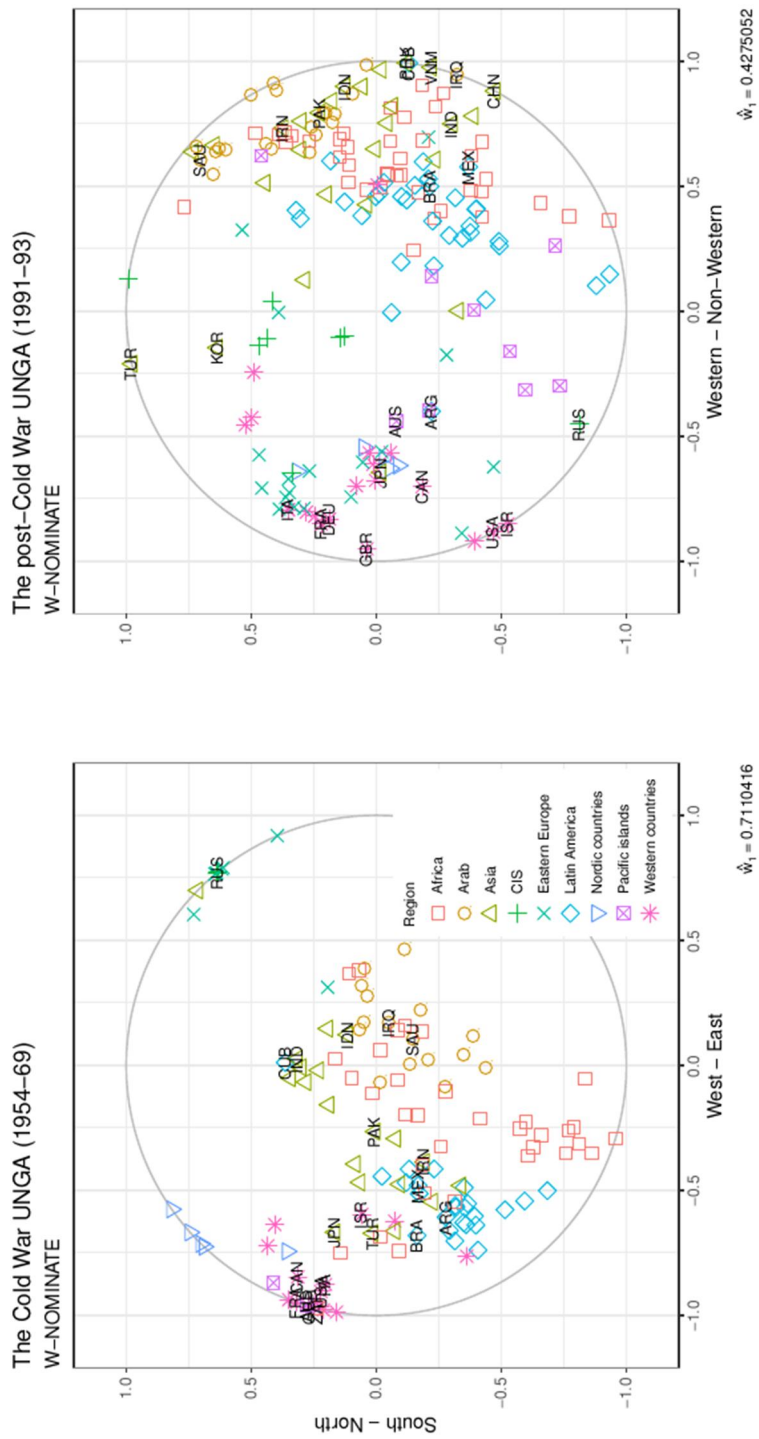
7) Yunkyoo Sohn, *Measuring Ideology, Dimensionality and Polarization in Politics*, Ph. D. Dissertation, University of California San Diego, 2017의 경우 IRT 방법을 기본으로 하되 새로운 모형의 식별(identification) 전략을 제시하여 다차원 이상점의 추론을 시도하고 있다. 이 방법 역시 Matrix von Mises-Fisher 분포를 ability와 discrimination 파라미터의 사전확률(prior)로 사용함으로써 각 차원의 직교성을 가정하여 모형의 식별을 시도하는 바이다.

것을 매우 어렵게 만든다.

대부분의 경우, 다차원 공간상에서 이상점 추론을 시도하는 응용(applied) 연구들은 회전 불변성의 문제와 이를 해결하기 위해 추가로 부여된 가정의 효과를 간과하곤 한다. 이 가정이 어떠한 실질적인 문제를 야기하는 지를 구체적인 예시를 통해 살펴보자.

W-NOMINATE 방법은 다차원 이상점 추론에서 가장 널리 쓰이는 방법 중 하나이다. 예컨대, Voeten은 유엔총회의 호명투표 자료를 이용하여 유엔 회원국들의 다차원 이상점을 추론한 바 있다.⁸⁾ 보다 구체적으로, 그는 1946년부터 1988년까지 총 45차에 걸친 정기회의에서 이루어진 유엔총회 호명투표 자료를 다섯 시기로 구분하여 각 시기별로 W-NOMINATE 방법을 통해 이상점을 추론하였다.

8) Erik Voeten, "Clashes in the Assembly," *International Organization*, Vol. 54, No. 2 (2000), pp. 185-215.



[그림 1-1] W-NOMINATE를 통한 유엔총회 분석 사례

[그림 1-1]은 총 다섯 시기 중 첫 두 시기에 해당하는 Voeten의 분석을 R 패키지인 wnominate로 재현한(replicate) 결과이다.⁹⁾ 왼쪽 그림은 냉전 시기의 유엔 회원국의 이상점을 보여주며, 오른쪽 그림은 탈냉전 시기의 그것을 보여준다. 저자는 냉전 시기 이상점을 구축하고 있는 두 차원을 동서(West-East)와 남북(North-South)의 갈등으로 해석하였다. 반면 탈냉전 시기의 차원은 서구 대 비서구(Western-non Western)의 분열로 압도되었음을 강조하고 있다. 이러한 분석을 바탕으로 그는 “탈냉전 시기 유엔총회의 갈등의 구조는 하나의 차원으로 구성되어 있다(the underlying structure of conflict in the post-Cold War UNGA is one-dimensional)”고 결론짓고 있다.¹⁰⁾

하지만 위와 같은 분석에 대해 몇 가지 의문점이 남는 바이다. 첫째, 탈냉전 시기 두 번째 차원은 어떻게 해석 가능한가? 저자는 해당 시기의 두 번째 차원은 그 중요성이 떨어진다고 보았다. 그러나, 중요성이 떨어진다는 것이 곧 정치 행위에 아무런 영향을 미치지 않는다는 것을 의미하지는 않는다. 즉, 두 번째 차원이 존재하는 한 그것의 내용을 해석한 후 중요성을 판단하는 것이 마땅하다.

둘째, 동서갈등이 남북균열과 연관성이 없다고 가정할 수 있는가? 본문에서 자세히 논하겠지만, NOMINATE 방법은 이상점의 두 차원이 서로 연관되어 있을 때 실제 이상점을 추정하는 것에 실패한다.¹¹⁾ 예컨대, 탈냉전 시기에 서구권에 해당하는 국가일수록 남북문제에서 선진국으로 분류될 가능성이 높다하더라도 NOMINATE 방법은 직교성 가정으로 인해 이를 반영하지 못하고 왜곡된 결과를 낳는다.

셋째, 단위원(unit circle) 위에 위치한 극단적인 이상점들의 경우

9) Keith T, Poole, Jeffrey Lewis, James Lo, and Royce Carroll, “Scaling Roll Call Votes with WNOMINATE in R,” *Journal of Statistical Software*, Vol. 42, No. 14 (2011), pp. 1-21.

10) Voeten, 2000, p. 213.

11) 본 연구에서 “각 차원이 연관성(상관관계)이 있다”고 말할 때에는 해당 차원을 이루는 기저 벡터가 직교하지 않다는 것이 아니라 기저 벡터가 직교하는 상황에서 유클리디언 공간 상의 이상점들이 상관관계를 지닌다는 것을 의미한다.

어떻게 해석할 수 있는가? 이는 “rim problem”이라고 불리는 NOMINATE의 기술적 문제이며, 이러한 현상을 완화하기 위해서 연구자들은 한 쪽으로 치우친(lop-sided) 투표결과들을 제외시켜야 한다.¹²⁾ 그러나 모두가 동의하는 안건에 대하여 소수의 행위자만이 반대하는 그런 투표들이야말로 정치 행위자를 이해하는 데에 중요한 자료가 되는 만큼, 이를 제외시키는 것은 또 다른 한계로 이어질 뿐이다.

이렇듯 다차원 이상점 추론의 방법론적 한계는 실제 연구에 있어서 해석의 불편함을 야기하며, 이를 넘어 치명적인 오류까지도 가져올 수 있다. 본 연구는 기존의 방법들이 가지고 있는 문제를 면밀히 검토하고 이에 대한 해결책으로서 새로운 다차원 이상점 추론 방법을 제시한다.

3. 연구 방법 및 자료

본 연구에서는 다차원 이상점 추론을 위한 새로운 모형과 알고리즘을 소개한다. 이 모형은 회전 불변성의 문제를 원천적으로 해결하기 위하여 모형 내 효용함수의 거리 측정법을 바꾸었다. NOMINATE와 IRT 방법에서 회전 불변성이 생겨난 이유는, 정치 행위자가 본인의 이상점과 선택 가능한 점 사이의 거리를 측정할 때에 L2 거리로도 알려진 유클리디언(Euclidean) 거리를 사용하였기 때문이다. 본 논문은 이 거리 측정법을 L1 거리, 즉 맨하탄(Manhattan) 거리로 바꿀 것을 제안하는 바이다.

앞선 모형들이 회전 불변성에도 불구하고 L2 거리를 사용한 이유

12) Howard Rosenthal and Erik Voeten, “Analyzing Roll Calls with Perfect Spatial Voting: France 1946-1958,” *American Journal of Political Science*, Vol. 48, No. 3 (2004), pp. 620-632. 본 연구에서는 회전 불변성의 문제에 초점을 맞추기에, 이에 대해서는 II의 2절에서 주석으로 간략히 다루고 넘어간다.

는 그것이 수학적인 편의성을 지니기 때문이다. 그러나 본 논문은 기존의 심리학 실험 결과들을 통해 공간 모형에서 이론적으로는 L2 거리가 아닌 L1 거리가 보다 적합함을 지적한다. 또한 L2 거리가 아닌 L1 거리를 사용함으로써 우도함수(likelihood function)가 복잡해지더라도, 슬라이스 샘플링(Slice Sampling)을 이용하면 쉽게 추정이 가능함을 보인다. 요컨대, 본 연구는 맨하탄 거리와 슬라이스 샘플링을 이용한 새로운 다차원 이상점 추론 방법, MSS(Manhattan & Slice Sampling) 방법을 새로이 제안한다.

본 연구는 MSS 방법을 검증하기 위해 가상의 투표 자료를 생성하여 실제 이상점을 제대로 추정하는 지를 검증하는 시뮬레이션 분석을 시도한다. 그 이후에는 유엔총회 회원국들의 이상점이라는 실제 사례에 MSS 방법을 적용한다. 이를 위하여 본 연구에서는 Voeten의 유엔총회 호명투표 자료를 이용한다.¹³⁾ 본 자료는 1946년부터 1996년까지의 정기 회의를 다루고 있고, 회기별로 안건들에 대한 각 국가의 투표와 해당 안건에 관한 간략한 기술 등으로 구성되어 있다.

MSS 방법이 다차원 이상점 추론에 있어서 기존의 방법들보다 우월한 점은 다음과 같다. 첫째, 회전 불변성에서 자유롭기에 추가적인 가정이 필요하지 않다. 둘째, 각 차원의 이상점 분포가 서로 상관성(correlation)을 지니더라도 적용 가능하다. 셋째, 차원의 개수 및 각 차원의 가중치(weight)를 쉽게 추정할 수 있다. 특히 MSS 방법을 유엔총회 사례에 적용하였을 때에는 기존의 연구들과 일부 상반되는 결과를 얻을 수 있었다. 이를 통해 MSS 방법이 국제정치연구에 가지는 함의를 확인할 수 있다.

13) Erik Voeten, "Data and Analyses of Voting in the UN General Assembly," in Bob Reinalda (eds.), *Routledge Handbook of International Organization*, (Routledge, 2013).

4. 논문의 구성

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 이어지는 II장은 다차원 이상점 추론 방법의 이해를 위한 선행연구 검토가 이루어진다. 세부적으로는 투표에 대한 공간 모형의 기본적인 가정들을 정리하고, 대표적으로 사용되는 두 방법인 NOMINATE와 IRT 방법을 개괄적으로 소개한다. 이후 각 방법이 회전 불변성을 해결하기 위해 어떠한 가정을 추가적으로 요구하는지, 그리고 그 가정이 실제 정치학 연구에 있어서 어떠한 의미를 가지는지를 면밀히 검토한다.

III장에서는 앞서 살펴본 문제에 대한 해결책으로서 새로운 다차원 이상점 추론 방법인 MSS 방법을 소개한다. 첫 번째 소절에서는 기존의 공간 모형에서 회전 불변성을 야기하던 효용함수의 거리 측정법을 L2 거리(Euclidean distance)에서 L1 거리(Manhattan distance)로 변경한 새로운 모형을 제시하고 이를 뒷받침하는 이론을 제시한다. 두 번째 소절에서는 해당 모형을 바탕으로 이상점을 추정하기 위한 알고리즘으로 슬라이스 샘플링을 소개한다. 세 번째 소절에서는 새로이 제시한 방법의 유효성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 통해 가상의 자료를 구축한 후 해당 방법이 이상점을 잘 추정하는 지를 확인해본다.

IV장에서는 다차원 이상점 추론 방법을 유엔총회 자료에 적용하여 기존 연구와 어떻게 다른 결과를 이끌어내는지 분석한다. 이를 위해 유엔총회의 호명투표 자료를 분석한 기존 연구들의 내용을 검토하고, 분석 자료와 새로운 결과를 소개한다. 본 장은 냉전기와 탈냉전기를 거치면서 유엔총회의 투표행태에 드러난 정치적 균열이 어떻게 변화해왔는지를 추적하는 것을 일차적인 목표로 삼는다.

마지막으로 V장에서는 본 연구의 내용을 요약하고, 새로운 다차원 이상점 추론 방법이 지닌 함의와 한계에 대해서 논한다. 이를 바탕으로 추후 어떠한 정치학 연구에 적용이 가능할지, 또한 어떠한 방향으로 방법론적 발전을 꾀할 것인지에 대해서 언급한 후 논문을 마무리한다.

II. 공간 모형과 이상점 추론

1. 공간 모형

1) 역사¹⁴⁾

이상점 추론에 대해 이해하기 위해서는 우선 공간 모형에 대한 기본적인 지식이 필요하다. 본 연구에서 공간 모형은 심리학, 경제학과 정치학에서 개인의 사회적 선택(social choice)을 설명하기 위해 만든 이론과 추정 방법을 통칭한다. 심리학에서는 50여 년 전부터 유사성(similarity)과 선호에 기반한 선택을 분석하기 위하여 MDS를 발전시켜왔다. 한편, 경제학과 정치학 연구자들은 이와 유사하게 투표에 대한 공간 모형을 발전시켜온 바이다. 이 공간 모형은 잠재된 이념 공간 안에 개인들이 자신의 이상점과 가장 가까운 정책 대안을 선택한다는 이론이다.

Hotelling과 Smithies가 공간 모형의 아이디어를 처음으로 제시하였고, Downs가 그의 1957년 저작 *An Economic Theory of Democracy*에서 공간 모형의 개념적 틀을 완전히 설립하였다.¹⁵⁾ Downs는 유권자들이 이념 공간에서 자신과 가장 가까운 정당에게 투표를 한다고 지적하며

14) Keith T. Poole, *Spatial Models of Parliamentary Voting*, (New York: Cambridge University Press, 2005), pp. 7-15; David A. Armstrong II, Ryan Bakker, Royce Carroll, Christopher Hare, Keith T. Poole, Howard Rosenthal, *Analyzing Spatial Models of Choice and Judgement with R*, (CRC Press, 2014), pp. 2-7을 상당부분 참고하였다.

15) Harold Hotelling, "Stability in Competition," *The Economic Journal*, Vol. 39 (1929), pp. 41-57; Arthur Smithies, "Optimum Location in Spatial Competition," *Journal of Political Economy*, Vol. 49, No. 3 (1941), pp. 423-439; Anthony Downs, *An Economic Theory of Democracy* (New York: Harper and Row, 1957).

이로 인해 정당들은 중도(median)의 이상점에 수렴하게 된다고 말하였다. Hotelling과 Black의 기반 위에 Downs가 쌓아올린 중위투표자정리(median voter theorem)는 공간 모형을 바탕으로 정치학 이론이 발전한 대표적인 예시이다.

공간 모형은 또한 투표에 있어서 선호 체계(preference aggregation)에 대한 이론적 논의를 촉진시켰다. Arrow는 CUPID(complete and transitive individual preferences, Pareto optimality, independence of irrelevant alternatives, and non-dictatorship)의 조건이 만족될 때에 선호 체계 내의 모순적인 사이클 - 예컨대, A를 B보다 선호, B를 C보다 선호, C를 A보다 선호 - 이 발생할 수 있다는 불가능성 정리(impossibility theorem)를 주장하였다.¹⁶⁾ 이는 민주주의 이론가들이 믿고 있던 다수의 안정적 지배에 배반되는 주장이었다. 이에 대한 반응으로 Black과 Plott은 각각 일차원, 그리고 다차원의 공간에서 선호 체계에 대한 특정한 조건이 만족된다면 중도의 위치에서 다수에 의한 지배가 형성될 수 있음을 보였다.¹⁷⁾ 하지만 McKelvey는 카오스 정리(chaos theorem)를 통해 Black의 주장이 다차원의 공간에서 이상점이 방사상(radially)으로 대칭적이지 않을 경우에는 일반화가 어렵다는 점을 지적하였다.¹⁸⁾

이러한 발견은 곧 하나의 차원만이 존재하는 선거 게임에서 패배한 행위자는 새로운 차원을 게임에 끌어들여 새로운 균형을 시도할 유인이 있음을 보여준다. 이를 Riker는 “heresthetic”이라고 명명하며 논의를

16) Kenneth J. Arrow, *Social Choice and Individual Values*, (New York: Wiley, 1951).

17) Duncan Black, *The Theory of Committees and Elections*, (Cambridge: Cambridge Press, 1958); Charles R. Plott, “A Notion of Equilibrium and Its Possibility under Majority Rule,” *American Economic Review*, Vol. 57, No. 4 (1967), pp. 787-806.

18) Richard D. McKelvey, “Intransitivities in Multidimensional Voting Models and Some Implications for Agenda Control,” *Journal of Economic Theory*, Vol. 12, No. 3 (1976), pp. 472-482; Richard D. McKelvey, “General Conditions for Global Intransitivities in Formal Voting Models,” *Econometrica*, Vol. 47, No. 5 (1979), pp. 1085-1112.

발전시킨 바 있다.¹⁹⁾ 위와 같은 내용을 통해 공간 모형이 정치학의 이론적 발전을 초래하였으며, 그 구체적인 논의과정 속에서 다차원 공간의 중요성과 필요성이 증진되었음을 확인할 수 있다.

2) 기본 개념

투표 행태에 대한 공간 모형은 기본적으로 (1) s 차원의 이념 공간(ideological space), (2) 정치 행위자, 그리고 (3) 선호로 이루어져 있다. 먼저, 이념 공간은 정치적 선호의 근간을 이루는 s 개의 근본적인(fundamental) 차원으로 이루어진 가상의 정책 공간이다. 예컨대, 미국정치는 경제와 사회라는 두 가지 차원으로 구축되어 있다고 해석되곤 한다.²⁰⁾ 경제적 차원과 관련된 대표적인 이슈로는 세금 정책, 사회적 차원과 관련된 대표적인 이슈로는 낙태 금지법 문제를 들 수 있다.

정치 행위자는 이러한 이념 공간 위에 어느 하나의 이상점을 가지고 있다. 다시 말해 정치 행위자는 s 차원의 이념 공간 안에서 각각 어느 한 점에 대응한다. 즉, 이념 공간 안에는 정치 행위자의 수만큼 이상점이 존재하게 된다.

마지막으로, 공간 모형에서 투표에 부쳐진 특정 안전에 대한 선호

19) William H. Riker, "Implications from the Disequilibrium of Majority Rule for the Study of Institutions," *American Political Science Review*, Vol. 74, No. 2 (1980), pp. 432-446; William H. Riker, *Liberalism against Populism: A Confrontation Between the Theory of Democracy and the Theory of Social Choice*, (San Francisco: W.H. Freeman, 1982); William H. Riker, *The Art of Political Manipulation*, (New Haven, CT: Yale University Press, 1986); William H. Riker, "Heresthetic and Rhetoric in the Spatial Model." in James M. Enelow and Melvin J. Hinich (eds.), *Advances in the Spatial Theory of Voting*, (New York: Cambridge University Press, pp. 46-65, 1990); William H. Riker, *The Strategy of Rhetoric: Campaigning for the American Constitution*, (New Haven, CT: Yale University Press, 1996).

20) 특히 2차원 NOMINATE 스코어의 경우 각 차원을 경제적 차원, 사회적 차원으로 해석하는 바이다. Keith T. Poole and Howard Rosenthal, *Congress: A Political-Economic History of Roll Call Voting*, (New York: Oxford University Press, 1997)을 참고할 것.

는 그것에 찬성할 때에 예상되는 결과와 반대할 때에 예상되는 결과 중 어느 것이 더 정치 행위자의 이상점에 가까운지에 따라 결정된다.²¹⁾ 즉, 각 안건마다 그것에 찬성했을 때의 이상점과 반대했을 때의 이상점이 존재하며, 해당 이상점과 각 행위자의 이상점 사이의 거리에 따라 행위자가 느끼는 효용의 크기가 정해지고 이 두 효용의 크기를 비교하여 선호가 정해진다. 이것이 의미하는 바는, 아무리 복잡한 이슈의 안건이라고 하더라도 정치 행위자들은 이념 공간의 각 차원들에 대하여 해당 안건이 어떠한 위치에 있는지를 고려하여 기대 효용을 가늠한다는 것이다. 이때 정치 행위자의 효용함수에는 단순히 이상점들 사이의 거리뿐만이 아니라 다른 요소들, 예컨대 상황에 따른 우연적인 요소(stochastic noise)나 정당의 압력 등도 포함될 수 있다.

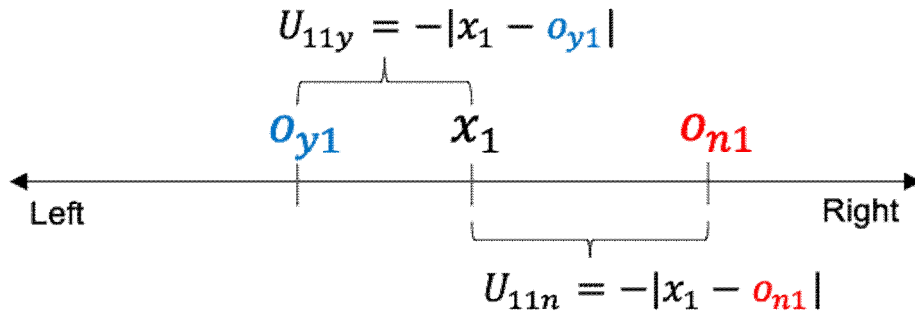
보다 정확한 이해를 위해 공간 모형의 기본 개념을 구체적인 예시와 그림으로 표현해보자. 우선, 모형에 포함되는 기호는 다음의 표와 같다.

21) 근접성(proximity)에 기반한 모형 이외에 방향성(directional)에 기반한 모형도 존재한다. 즉, 선택하고자 하는 점이 이상점과 같은 방향에 위치하고 있는가에 따라 선호가 결정된다는 것이다. 이러한 모형은 George Rabinowitz and Stuart Elaine Macdonald, "A Directional Theory of Issue Voting," *American Political Science Review*, Vol. 83, No. 1 (1989), pp. 93-121에 의하여 주창되었으나, 본 연구에서 논하는 이상점 추론 방법들은 모두 근접성 기반의 모형임을 구축하였다.

기호	설명	예시
N	투표를 하는 행위자의 수	$N = 193$
M	투표에 부쳐진 안건(bill)의 수	$M = 500$
i	행위자에게 (임의로) 주어진 순서	$i = 1, 2, \dots, N$
j	안건에 주어진 순서	$j = 1, 2, \dots, M$
x_i	이상점	$x_1 = (1, 1)$
o_{yj}	안건에 찬성했을 때 예상되는 결과 (yea position)	$o_{yj} = (-1, 0.5)$
o_{nj}	안건에 반대했을 때 예상되는 결과 (nay position, status quo)	$o_{nj} = (0, 1)$
U_{ijy}	안건에 찬성했을 때의 효용	$U_{ijy} = - x_i - o_{yj} $
U_{ijn}	안건에 반대했을 때의 효용	$U_{ijn} = - x_i - o_{nj} $
y_{ij}	행위자 i 의 안건 j 에 대한 투표	$y_{ij} = 1$ if yea $y_{ij} = 0$ if nay

[표 2-1] 공간 모형 기호

정치 행위자가 투표와 같은 사회적 선택(social choice)을 할 때에는 본인이 가장 이상적으로 생각하는 바와 해당 안건의 내용이 얼마나 부합하는지를 비교하여 선택을 내릴 것이다. 이때 여러 가지 차원에서 자신의 이상과 안건의 내용을 비교할 수 있을 것이고, 만약 고려하는 차원이 하나뿐이라면 1차원의 이념 공간에서 비교가 이루어질 것이다. 마침내 안건의 내용이 본인이 이상적으로 생각하는 바와 거리가 가깝다면 해당 정치 행위자는 찬성에 투표할 것이고, 멀다면 반대에 투표할 것이다.

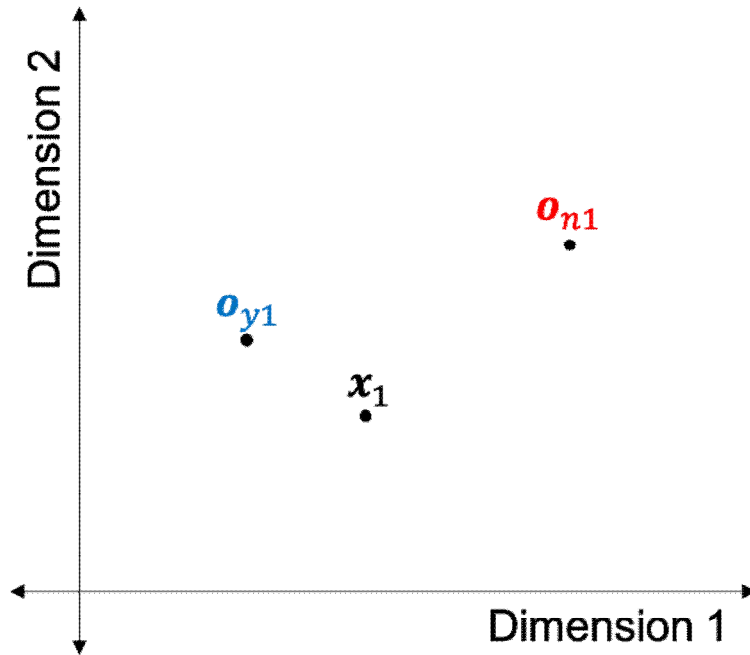


$$U_{11y} > U_{11n}$$

$$\therefore y_{11} = 1$$

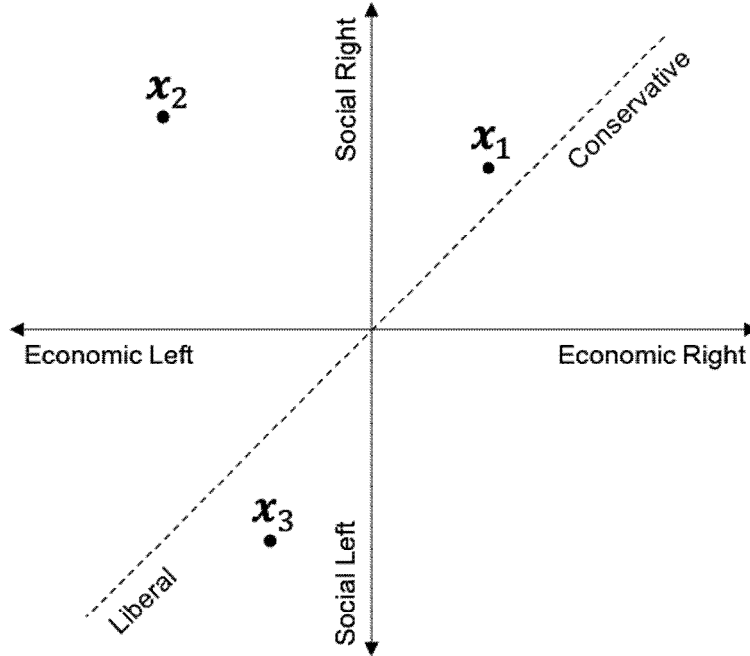
[그림 2-1] 1차원 공간 모형

[그림 2-1]는 위에서 제시한 가장 기본적인 1차원 공간 모형의 예시이다. 좌익과 우익, 혹은 진보와 보수라는 하나의 차원으로 이념 공간이 형성되어 있다고 가정해보자. 이때 한 명의 행위자만이 존재하고 단 하나의 안건만이 투표에 부쳐졌다면, 행위자의 이상점(x_1) 한 개와 안건에 찬성 혹은 반대했을 때의 이상점(o_{y1}, o_{n1}) 두 개가 이념 공간 위에 위치할 것이다. 이때 행위자가 어떠한 기준에 따라 안건에 대한 투표를 결정할 것인지에 대해 생각해보자. 가장 간단한 방법은, 두 개의 이상점 중 자신의 이상점과 가까운 이상점을 선택하는 것이다. 즉, 가장 단순한 효용함수는 $U_{ijy} = -|x_i - o_{yj}|$ 그리고 $U_{ijn} = -|x_i - o_{nj}|$ 의 형태일 것이다. 이때 $|\cdot|$ 은 절댓값(유클리디언 거리)이라고 하자. 그렇다면 위의 그림 상에서 찬성했을 때의 이상점(o_{y1})이 반대했을 때의 이상점(o_{n1})보다 행위자의 이상점(x_1)에 더 가까우므로, 행위자 1은 찬성을 택할 것이다. 다시 말해, $U_{11y} = -|x_1 - o_{y1}| > U_{11n} = -|x_1 - o_{n1}|$ 이므로 $y_{11} = 1$ 인 것이다.



[그림 2-2] 2차원 공간 모형

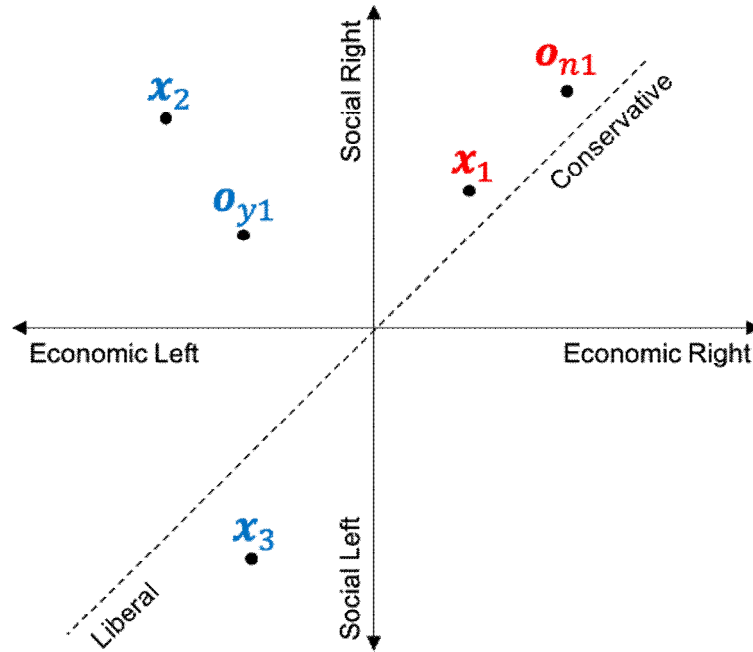
[그림 2-2]은 위의 1차원 모형을 2차원으로 확장시킨 예시이다. 즉, 정치 행위자가 사회적 선택을 할 때에 두 개의 차원을 고려한다고 가정해보자. 이제 각 이상점은 1차원의 직선 위가 아닌 2차원의 면 위에 위치하게 될 것이다. 이것이 의미하는 바는 정치 행위자가 본인이 이상적이라고 생각하는 상태를 두 가지 차원에서 설명할 수 있다는 것이다. 공간 모형에서 두 개 이상의 차원이 존재할 유인은 여러 가지로 찾을 수 있다. 먼저, 사회에 내재된 균열(cleavage)이 역사적으로 2개 이상으로 발전되어왔을 수 있다. 또는 선거를 둘러싼 정치적 협상에 따라 이념 공간에 새로운 차원이 등장하였을 가능성도 생각해볼 수 있다. 앞서 논의한 바와 같이 선거 게임에서 패배한 행위자는 새로운 차원을 게임에 끌어들이며 균형을 재편성하고자 할 유인이 있기 때문이다. 특히 다당제의 경우 정당 사이의 차별화와 경쟁의 결과 이념 공간의 차원이 여러 개 존재할 가능성이 높을 것이다. 이러한 이유로 2차원의 공간 모형을 설정할 시, 행위자는 투표에 부쳐진 안건이 두 차원에서 초래할 결과(o_{y1} , o_{n1})를 자신의 이상점(x_1)과 비교하여 선택할 것이다.



[그림 2-3] 2차원 공간 모형

2차원의 이념 공간을 가정하였을 때에, 공간 모형에서는 이러한 이념 공간이 모든 정치 행위자에 대해 똑같이 인식됨을 가정한다. 이를 설명할 예시로서 [그림 2-3]를 살펴보자. 본 모형에서는 총 세 명의 정치 행위자가 가정되어 있다. 이들의 이상점(x_1 , x_2 , x_3)은 2차원의 이념 공간 위에 위치하게 된다. 이때에 두 차원을 기준으로 정치 행위자들 간의 상대적인 비교가 가능해진다. 앞선 예시에서와 같이 첫 번째 차원을 경제적 차원, 두 번째 차원을 사회적 차원이라고 가정해보자. 이때 경제적 차원을 기준으로 x_2 가 가장 좌익에 해당하며, 다음으로 중도에 가까운 x_3 , 우익에 가까운 x_1 이 위치하고 있다. 반면 사회적 차원에 있어서는 x_3 가 가장 좌익에 해당하며, x_1 과 x_2 는 비교적 우익에 해당한다. 두 차원을 종합적으로 살펴 비교해본다면 [그림 2-3]의 대각선이 나타내듯이 x_3 은 진보적 성향을, x_1 은 보수적 성향을 띄고 있다고 할 수 있다. 그리고 x_2 의

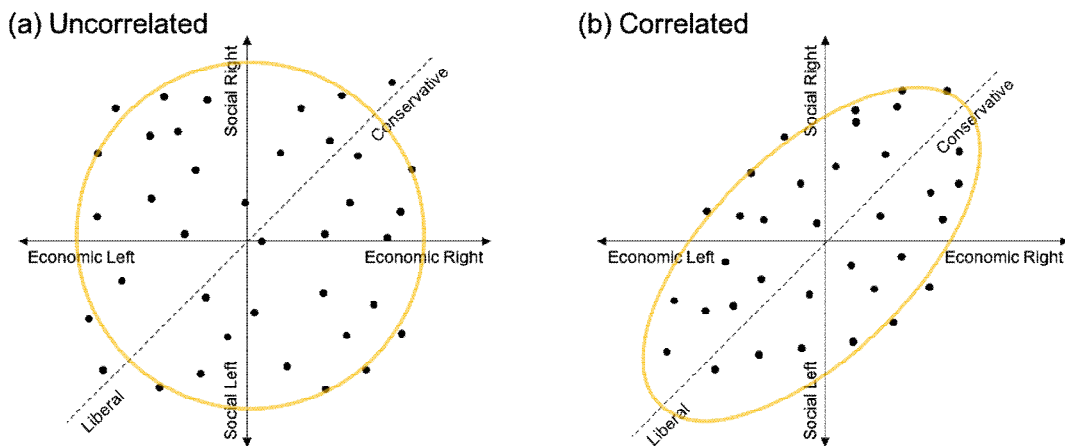
경우 경제적으로는 진보적이거나 사회적으로 보수적인 정치 행위자라고 볼 수 있다.



[그림 2-4] 2차원 공간 모형

[그림 2-4]는 위와 같이 세 정치 행위자의 이상점이 분포해 있는 경우에 투표 행위가 어떻게 이뤄질지 예를 들어 설명한 그림이다. 만약, 현재 정책 상태가 보수적인 상황(o_{n1})에서 보다 진보적인 정책 안건(o_{y1})이 제시되었다고 가정해보자. 보수적 성향의 행위자인 x_1 으로서는 해당 정책이 통과되는 것(o_{y1})보다 현 상황(o_{n1})가 더 자신의 이상점에 가까우므로 반대에 투표할 것이다. 반면, 진보적 성향의 행위자인 x_3 는 마찬가지로 진보적인 내용을 담고 있는 안건(o_{y1})에 대하여 찬성할 유인이 크다. x_2 의 경우, 해당 안건(o_{y1})이 경제적으로는 자신의 이상점보다 보수적이고, 사회적으로는 더 진보적이긴 하지만, 현 상황(o_{n1})은 경제적으로 그보다 훨씬 더 보수적인 상황이기에 해당 안건에 찬성할 것으로 예상된다. 요약하자면, 위의 공간 모형에서 가정하고 있는 바는 다음과 같다.

- (1) 모든 정치 행위자(x_1, x_2, x_3)가 같은 이념 공간에 위치하고 있으며,
 (2) 특정 안건에 찬성 혹은 반대했을 때 예상되는 결과의 이상점(o_{y1}, o_{n1})을 모두가 같은 위치로 인식하고 있고, (3) 각 행위자는 자신의 이상점과 예상되는 결과의 이상점 사이의 거리를 비교하여 투표 행위를 결정한다.



[그림 2-5] 차원의 상관관계

2차원 이상의 이념 공간을 가정했을 때에 정치학적으로 중요한 의미를 가지는 또 하나의 요소가 있다. 그것은 바로 각 차원이 어떠한 관계를 지니고 있는가이다. 이는 곧 두 가지의 가능성으로 이루어진다. 첫째, 각 차원은 서로 상관관계가 없다(uncorrelated). 예컨대 [그림 2-5]의 (a)에서 가정하고 있는 바는 경제적 차원이 사회적 차원과 별다른 상관관계가 없다는 것이다. 이것이 의미하는 바는, 경제적으로 진보적이라고 해서 사회적으로도 진보적인 성향을 지닐 것으로 기대하기 어렵고, 마찬가지로 경제적으로 보수적이라고 해서 사회적으로도 보수적인 성향을 지닐 것으로 기대하기 어렵다는 것을 뜻한다. 이러한 경우, 각 정치 행위자의 이상점 또한 이념 공간 위에 고르게 분포되어 있을 것이다.

둘째, 각 차원은 서로 상관관계가 있다(correlated). [그림 2-5]의 (b)는 경제적 차원과 사회적 차원이 상관관계를 지니고 있을 경우에 예상되는 이념 공간의 형태를 보여주고 있다. 여기서 경제적으로 진보적인

행위자는 사회적으로도 진보적일 것으로 기대되며, 마찬가지로 경제적으로 보수적인 행위자는 사회적으로도 보수적일 것으로 기대된다. 이러한 경우, 전체 행위자의 이상점의 분포를 살펴보았을 때에 그림에서 보여지는 것과 같은 상관관계가 발견된다. 실제 정치 현실에서 경제적 차원과 사회적 차원은 서로 상관성이 클 것으로 기대되며, 이어지는 2절에서 이를 서베이 자료를 토대로 검증해볼 것이다.

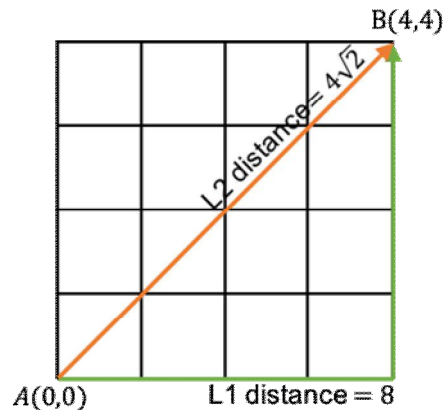
이밖에도 공간 모형을 통하여 정당과 같은 집단의 양극화 정도, 내부 결속도, 대표성(representation), 압력(pressure) 등의 개념 또한 구체화할 수 있다. 예컨대, 정당에 따라 이상점의 분포가 얼마나 극단으로 나뉘게 되는지를 보고 양극화 정도를 확인할 수 있고, 같은 정당에 속하는 행위자들의 이상점이 얼마나 가깝게 위치하는지에 따라 내부 결속도를 확인할 수 있다.²²⁾ 또한, 정당의 의원과 실제 지지자들의 이상점을 비교하여 대표성을 확인하거나, 정치 행위자의 효용함수에 정당 파라미터를 포함하여 이를 추정함으로써 정당의 압력을 분석할 수도 있다.²³⁾

마지막으로, 공간 모형에서 연구 주제에 따라 연구자가 변형할 수 있는 요소와 그것이 가지는 의미에 대해 논하고자 한다. 첫째, 차원의 개수 및 그 가중치이다. 지금까지 존재해온 다차원 이상점 추론 방법들의 경우, 차원의 개수를 연구자가 분석 이전에 미리 설정하여야 했다. 3개 이상의 차원은 불필요할(redundant) 것이라는 예상 아래 주로 1차원 또는 2차원의 공간 모형을 사용해온 바이다. 또한 W-NOMINATE, DW-NOMINATE와 같은 일부 방법의 경우 각 차원의 가중치를 모형을 통해 추정할 수 있었다. 그러나 차원의 개수를 연구자가 자의적으로 설정하지 않고 자료를 통해 추정할 수 있는 방법은 아직까지 없었다. 본 연구에서 새로이 제시하는 MSS의 경우, 차원의 개수와 가중치를 함께 추정할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 공간 모형에서 차원의 개수는 곧 사회적 선택이 이루어지는 정치적 무대(area) 안에서 형성되어 있는 균

22) NOMINATE 스코어를 다룬 기사들에서 이와 같은 해석을 쉽게 발견할 수 있다. 하나의 예시로 The Economist의 기사 “Powering down - American democracy”(2014)를 들 수 있다.

23) Clinton et al., 2004, pp. 363-366.

열(cleavage)의 개수를 의미한다. 더불어 가중치의 경우, 실제 이 장 안에서 각 균열이 어느 정도의 중요성을 가지는지를 뜻한다고 볼 수 있다. 따라서 차원의 개수와 가중치는 공간 모형을 통한 분석에서 가장 중요한 핵심 요소 중 하나라고도 할 수 있다.

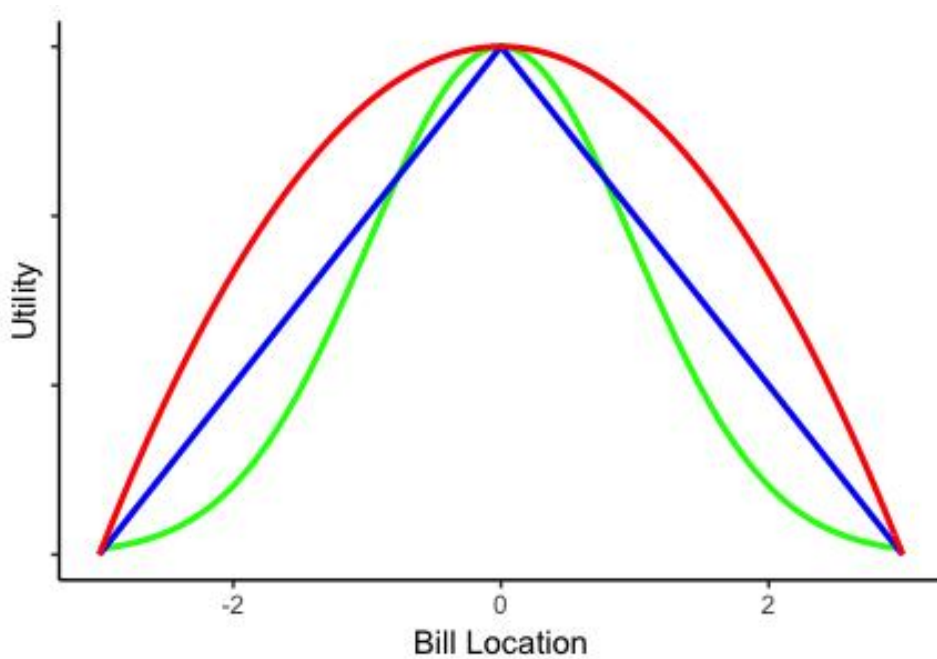


[그림 2-6] 거리 측정 방식

둘째, 이상점 사이의 거리 측정 방식이다. 2차원 이상의 공간 모형에서 어느 투표 선택이 자신의 이상점과 가까운지를 따지는 거리의 측정 방식은 여러 가지로 존재할 수 있다. 첫 번째 방법으로는 유클리디언 거리(L2 거리)를 사용할 수 있다. 유클리디언 거리는 수학적으로 계산하기 편리하다는 장점을 가지고 있어 NOMINATE를 포함한 기존 모형에서 많이 쓰였다. 하지만 이것이 의미하는 바는 절대 간단하지 않다. 공간 모형에서 유클리디언 거리를 가정한다면, 각 정치 행위자가 이념 공간에서 자신의 위치와 선택 가능한 점 사이의 ‘직선거리’를 계산하여 투표를 한다는 것을 뜻하기 때문이다. 이는 곧 정치 행위자의 사고 속에서 이념 공간이 확고하게 자리 잡고 있고, 직선거리를 계산할 만큼 두 차원의 관계가 밀접하다는 것을 의미한다.

두 번째 방법으로는 맨하탄 거리(L1 거리)를 사용할 수 있다. 맨하탄 거리란 ‘직선거리’가 아닌 각 차원에서의 거리를 더한 형태의 거리 측정 방식이다. 위의 [그림 2-6]이 유클리디언 거리와 맨하탄 거리의 차이

를 자세히 그리고 있는 바이다. 2차원 이상의 공간 모형에서 맨하탄 거리를 사용한다는 것은 다음을 의미한다. 정치 행위자는 이념 공간을 구성하는 각 차원에 있어서 개별적인 비교를 시도하고 이를 종합하여 자신의 선택을 결정 짓는다는 것이다. 예컨대, 첫 번째 차원이 경제적 차원이고 두 번째 차원이 사회적 차원이라고 해보자. 이때에 각 정치 행위자는 경제적 차원을 기준으로 자신이 이상적으로 생각하는 상태와 안건의 내용 사이의 거리를 비교하고, 사회적 차원을 기준으로 그것을 비교한 후, 이 두 거리를 더한 값을 최종적으로 고려하여 안건의 내용이 자신의 이상점과 얼마만큼의 거리가 있는지를 판단하게 된다. 본 연구에서 새로이 제시하는 모형은 이러한 맨하탄 거리를 사용하고 있으며, III장 1절에서 해당 거리가 본 공간 모형에 더 적합함을 보일 것이다.



[그림 2-7] 효용함수의 형태

셋째, 연구자는 공간 모형의 효용함수의 형태를 자유로이 설정할 수 있다. 대표적인 효용함수의 형태는 정규분포(normal distribution)로도

알려진 가우시안(gaussian), 선형(linear), 또는 이차형(quadratic)이다. 이 때 염두에 두어야 할 점은 효용함수의 절대적 크기는 큰 의미가 없다는 점이다. 공간 모형에서는 여러 가능한 선택 중 어떠한 것을 택할 때에 효용이 더 크지에 따라 선호가 결정되기 때문에 효용의 절대적 크기보다 상대적 대소가 중요하다. 그렇다면 이렇게 서로 다른 효용함수를 사용했을 때의 차이점은 무엇인가? 그것은 바로 자신의 이상점과 멀어질 때에 효용이 어떠한 패턴으로 감소하는가이다.

위의 [그림 2-7]은 이러한 효용함수 형태의 차이를 잘 보여주고 있다. 그림은 이상점이 영점(0)에 위치한 정치 행위자의 효용의 크기를 안전에 찬성했을 때의 이상점의 위치(가로축)에 따라 보여준다. 세 개의 선은 각기 다른 효용함수에 따른 효용의 크기를 나타내며, 초록색 선이 가우시안, 빨간색 선이 이차형, 파란색 선이 선형 효용함수이다. 다음의 절에서도 설명하겠지만, NOMINATE의 경우 가우시안을, IRT의 경우 이차형을, 그리고 MSS의 경우 선형 효용함수를 사용하는 바이다. 세 효용함수의 차이는 다음과 같다. 먼저 가우시안의 경우 접선의 기울기가 이상점(영점)에서 멀어질수록 점점 가팔라지다가 어느 한도를 넘어서면 다시 완만해진다. 즉, 효용의 한계 손실(marginal loss)이 커지다가 어느 한도를 넘어서면 작아지는 것이다. 반면에 이차형의 경우 접선의 기울기가 계속해서 가팔라진다. 이차형은 이상점에서 멀어질수록 효용의 한계 손실이 꾸준히 커지는 것이다. 반면 선형의 경우 접선의 기울기가 일정하며, 따라서 한계 손실 역시 거리에 따라 차이가 없음을 알 수 있다.

이러한 형태의 차이는 공간 모형 속에서 다음과 같은 차이를 낳게 된다. 예컨대 안전에 찬성했을 때와 반대했을 때의 두 이상점(o_{y1} , o_{n1}) 사이의 거리는 일정하다고 하자. 가우시안 효용함수의 경우 안전의 두 이상점이 행위자의 이상점과 충분히 멀어질수록 이 두 선택지의 차이가 작아지게 된다. 반면 이차형 효용함수의 경우 안전의 두 이상점이 행위자의 이상점과 멀어질수록 행위자가 느끼는 이 두 선택지의 차이는 계속해서 커지게 된다. 마지막으로 선형 효용함수의 경우 안전의 두 이상점이 행위자의 이상점과 가깝거나 멀거나 행위자에게 이 두 선택지의 차이

는 변함이 없다.

Carroll과 그의 공저자들은 가우시안과 이차형 효용함수의 차이를 다음의 예시로 설명하고 있다.²⁴⁾ 단순한 예시를 들어(“Stated more informally”), 어떤 의원이 새로이 추가될 F-22 전투기의 개수를 조정하는 안건에 대해 투표를 한다고 생각해보자. 이 의원은 50대의 전투기(x_1)를 추가하는 것이 최적이라고 생각한다. 그런데 현 시점으로는 1000대의 전투기(o_{n1})가 새로이 설치될 예정이며, 만약 해당 안건이 새로이 통과할 경우 두 대가 적은 998대의 전투기(o_{y1})가 새로이 설치될 것이다. 50대의 전투기(x_1) 추가만을 원하는 이 의원으로서는 1000대의 전투기(o_{n1}) 추가나 998대의 전투기(o_{y1}) 추가 모두 이상적인 상태에서 멀기는 마찬가지이다. 만약 현 상황과 안건이 바뀌어 원래는 60대의 전투기(o_{n2})가 새로이 설치될 예정이었는데, 역시나 두 대가 적은 58대의 전투기(o_{y2})를 새로 설치해야 한다는 안건이 있다면, 이 둘 사이의 차이($o_{y2} - o_{n2}$)는 의원의 이상점에 보다 가깝기 때문에 앞선 안건 1의 차이($o_{y1} - o_{n1}$)보다 더 크게 느껴질까? 가우시안 효용함수를 따르는 의원의 경우 그렇다고 대답할 것이다. 다시 말해, 본인의 이상점에 가까운 60대와 58대의 차이($o_{y2} - o_{n2}$)는 1000대와 998대의 차이($o_{y1} - o_{n1}$)보다 크게 느껴진다는 것이다. 반면 이차형 효용함수를 따르는 의원은 본인의 이상점에 가까운 60대와 58대의 차이($o_{y2} - o_{n2}$)가 1000대와 998대의 차이($o_{y1} - o_{n1}$)보다 더 작다고 느껴질 것이므로 상식에 맞지 않는다고 저자들은 주장한다. 그리고 본 연구에서 제시하는 MSS 방법의 경우 선형 효용함수를 사용하기에 60대와 58대의 차이($o_{y2} - o_{n2}$)와 1000대와 998대의 차이($o_{y1} - o_{n1}$)를 동일시한다.

24) Royce Carroll, Jeffrey B. Lewis, James Lo, Keith T. Poole, Howard Rosenthal, “The Structure of Utility in Spatial Models of Voting,” *American Journal of Political Science*, Vol. 57, No. 4 (October 2013), pp. 1008-1028은 NOMINATE에서 사용하는 가우시안 효용함수와 IRT에서 사용하는 이차형 효용함수를 비교하기 위한 목적으로 이들 간의 복합(mixed) 모형인 α -NOMINATE를 제시하였다.

2. 이상점 추론 방법

1) NOMINATE

NOMINATE는 공간 모형을 토대로 이상점에 대하여 이론 중심의 접근을 한 추론 방법이다. 구체적으로, NOMINATE는 가우시안 효용함수를 사용하여 1차원 혹은 다차원의 이상점을 추론하며, 특히 W-NOMINATE의 경우 `wnominate`라는 R package로 구현이 가능하기 때문에 많은 정치학 연구들에 이용되어 왔다.²⁵⁾ 그러나 본 모형은 다 NOMINATE 모형과 마찬가지로 두 이상점 사이의 거리를 유클리디언 거리로 측정하기에 회전 불변성에서 자유로울 수 없고, 따라서 각 차원이 서로 상관관계가 없다는 추가적인 가정이 요구된다. 본 절에서는 W-NOMINATE의 모형과 알고리즘, 문제점에 대해 깊이 알아보도록 한다.

(1) 모형

앞서 살펴본 [표 2-1]의 기호와 공간 모형의 내용을 염두에 둘 때, W-NOMINATE의 모형은 다음과 같다.

25) 대표적인 예로 유엔총회를 다룬 Voeten, 2017, pp. 430-456; 미국 하원의회와 남부연방의 의회(Congress of the Confederate States of America)를 비교한 Jeffery A. Jenkins, "Examining the Bonding Effects of Party: A Comparative Analysis of Roll-call Voting in the U.S. and Confederate Houses," *American Journal of Political Science*, Vol. 43, No. 4 (October, 1999), pp. 1144-1165; 유럽의회를 다룬 Simon Hix, Abdul Noury, and Gerard Roland, "Dimensions of Politics in European Parliament," *American Journal of Political Science*, Vol. 50, No. 2 (April, 2006), pp. 494-520; 대한민국 국회를 다룬 Simon Hix and Hae-Won Jun, "Party Behaviour in the Parliamentary Arena: the Case of the Korean National Assembly," *Party Politics*, Vol. 15, No. 6 (2009), pp. 667-694.

$$U_{ijy} = u_{ijy} + \epsilon_{ijy}$$

본 모형은 W-NOMINATE가 가정하는 정치 행위자의 효용함수를 보여주고 있다. i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 찬성했을 때 예상되는 효용 U_{ijy} 는 크게 두 부분 u_{ijy} 와 ϵ_{ijy} 로 이루어져 있다. u_{ijy} 는 효용의 결정적인 부분(deterministic part)이고, ϵ_{ijy} 은 효용의 우연적인 부분(stochastic noise)이다.²⁶⁾ 이렇게 효용에 있어서 결정적인 부분과 우연적인 부분을 나누는 것은 두 가지로 해석될 수 있다. 첫째, 정치 행위자가 사회적 선택을 할 때 합리적으로 자신의 기대효용을 계산하는 부분과 더불어 상황마다 우연적으로 결정되는 비합리적인 부분까지 포함시킨 것이다. 이는 곧 모든 것이 합리적 선택 모형에 따라 결정된다는 가정을 완화한 것으로 받아들일 수 있다. 둘째, 통계적으로 특정 분포를 따르는 ϵ_{ijy} 와 ϵ_{ijn} 이 존재하여야 행위자가 찬성 혹은 반대를 선택할 ‘확률’을 모형에 포함시킬 수 있기 때문이다. 즉, 이는 이상점의 추정을 위한 기술적인 가정으로도 볼 수 있다.

$$u_{ijy} = \beta \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{k=1}^s w_k^2 (x_{ik} - o_{yjk})^2 \right\}$$

그렇다면 u_{ijy} 는 어떻게 계산되는 것일까? 위 식은 u_{ijy} 가 가우시안 효용함수의 형태를 지니고 있으며, 그 값은 각 차원의 가중치인 w_k 를 고려한 행위자의 이상점과 안건의 이상점 사이의 거리 $x_{ik} - o_{yjk}$ 에 따라 결

26) ϵ_{ijy} 와 ϵ_{ijn} 는 모두 대칭적이고(symmetric) 단봉인(unimodal) 분포로부터 추출된 서로 독립적이고 동일하게 분포된(independent and identically distributed [iid] 에러이다. 초기의 NOMINATE에서는 1980년대 컴퓨터 사양의 문제로 로지스틱 분포를 사용하기 위해 ϵ_{ijy} 와 ϵ_{ijn} 이 극단값 분포(type-1 extreme value distribution)를 따른다고 가정하여 왔다. (극단값 분포를 따르는 두 샘플의 차이는 로지스틱 분포를 따른다.) Armstrong et al., 2014, p.191. 요즘에 들어서는 통계적인 이유로 정규분포를 따르는 에러가 로지스틱 분포를 따르는 에러보다 선호되므로 ϵ_{ijy} 와 ϵ_{ijn} 이 정규분포를 따른다고 가정하곤 한다. 따라서 본 연구에서도 정규분포 에러의 모형을 소개하고자 한다.

정됨을 보여주고 있다.²⁷⁾ 보다 구체적으로, 본 모형은 두 이상점 사이의 유클리디언 거리인 $\sqrt{\sum_{k=1}^s \{w_k(x_{ik} - o_{yjk})\}^2}$ 에 따라 효용이 결정된다. 한편, 위의 식에서 β 는 u_{ijy} 와 ϵ_{ijy} 의 비율을 결정하는 요소(signal-to-noise ratio)이다. 즉, β 값이 크다는 것은 곧 u_{ijy} 가 ϵ_{ijy} 에 비해 커짐을 의미하고, 이는 곧 효용의 결정적인 부분이 우연적인 부분보다 큰 비율을 차지한다는 것을 뜻한다.²⁸⁾

i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 반대했을 때의 효용 또한 위의 모형과 마찬가지로이다.

$$U_{ijn} = u_{ijn} + \epsilon_{ijn}$$

$$u_{ijn} = \beta \exp\left\{-\frac{1}{2} \sum_{k=1}^s w_k^2(x_{ik} - o_{njk})^2\right\}$$

위의 모형을 바탕으로 i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 찬성할 확률을 구하면 다음과 같다.

$$P_{ijy} = \Pr(yea) = \Pr(U_{ijy} > U_{ijn})$$

$$= \Pr(u_{ijy} - u_{ijn} > \epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy})$$

$$= \Phi(u_{ijy} - u_{ijn})$$

위 식이 의미하는 바는, i 번째 행위자는 j 번째 안건에 대하여 그것에 찬성하였을 때 예상되는 효용(U_{ijy})이 그것에 반대하였을 때에 예상되

27) 가우시안 분포는 정규분포를 다르게 이르는 용어이다. 평균이 0이고 분산이 1인 표준정규분포의 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2}x^2\right\}. \text{ 본 함수에서 } \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \text{는 상수이므로 이를 } \beta \text{로 치}$$

환하고, x 를 두 이상점 사이의 유클리디언 거리인 $\sqrt{\sum_{k=1}^s \{w_k(x_{ik} - o_{yjk})\}^2}$ 로 치환하면 본문의 식과 동일해진다. 즉, W-NOMINATE의 효용함수가 가우시안 분포의 확률밀도함수의 형태로 이루어져있음을 확인할 수 있다.

28) 원 저자들은 β 의 값을 10~15로 사이로 설명하고 있다.

는 효용(U_{ijn})보다 큰 경우에 찬성을 하리라는 것이다. 이를 다시 풀어 설명하면, 찬성을 던졌을 때에 반대를 했을 때보다 확실하게 얻게 될 추가적인 차익($u_{ijy} - u_{ijn}$)이 우연적으로 잃게 될 차익($\epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy}$)보다 크다면 찬성을 한다는 것을 뜻한다. 이를 확률적 사고에 그대로 대입하면, 안전에 대해 찬성을 할 확률은 앞서 제시한 사건이 일어날 확률과 동일하게 된다. 이때 우리는 이미 우연적인 부분의 차이가 어떠한 분포의 형태로 발생하는지를 가정해 두었으므로 ($\epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy} \sim N(0,1)$), 찬성을 할 확률은 표준정규분포의 확률분포함수($\Phi(\cdot)$)에서 확실한 차익($u_{ijy} - u_{ijn}$)만큼의 값이 추출될 확률과 같다. i 번째 행위자가 j 번째 안전에 대하여 반대표를 던질 확률도 이와 같다. 이때 표준정규분포는 0을 기준으로 대칭적이므로 $\Phi(x) = 1 - \Phi(-x)$ 의 속성을 지니고 있고, 이러한 속성을 이용하여 P_{ijn} 을 P_{ijy} 에 대한 식으로 다시 정리할 수 있다.²⁹⁾

$$\begin{aligned}
 P_{ijn} &= \Pr(nay) = \Pr(U_{ijn} > U_{ijy}) \\
 &= \Pr(u_{ijn} - u_{ijy} > \epsilon_{ijy} - \epsilon_{ijn}) \\
 &= \Phi(u_{ijn} - u_{ijy}) \\
 &= 1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}) \\
 &= 1 - P_{ijy}
 \end{aligned}$$

1부터 N까지의 모든 정치 행위자가 1부터 M까지의 투표에 부쳐진 모든 안전에 대하여 위와 같은 확률 모형에 따라 찬성 혹은 반대를 한다면, 이상점 추정을 위한 우도함수는 다음과 같다.

$$L = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^M \{ \Phi(u_{ijy} - u_{ijn})^{y_{ij}} \times (1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}))^{(1 - y_{ij})} \}$$

위의 식에서 앞에 붙여진 곱셈($\prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^M$)을 생략하면 앞에서 정리한 모형과 같은 내용임을 알 수 있다. 즉, i 번째 행위자가 j 번째 안전에 대

29) 또는 $P_{ijy} + P_{ijn} = 1$ 이라는 점을 이용하여 P_{ijn} 을 P_{ijy} 에 대한 식으로 설명할 수도 있다.

하여 실제로 찬성을 했다면 $y_{ij} = 1$ 이고 $1 - y_{ij} = 0$ 이므로 확률은 $\{\Phi(u_{ijy} - u_{ijn})^{y_{ij}} \times (1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}))^{(1 - y_{ij})}\} = \Phi(u_{ijn} - u_{ijy})$ 과 같고, 만약 반대를 했다면 $y_{ij} = 0$ 이고 $1 - y_{ij} = 1$ 이므로 $\{\Phi(u_{ijy} - u_{ijn})^{y_{ij}} \times (1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}))^{(1 - y_{ij})}\} = 1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn})$ 과 같다. 따라서 주어진 모든 투표 자료에 대한 우도함수는 i 번째 행위자와 j 번째 안건의 가능한 모든 짝(pair)에 대하여 위의 확률을 곱한 값(동시 발생)이다.

(2) 알고리즘

이상의 모형에서 연구자가 추정해야 할 파라미터는 세 묶음으로 나뉜다. 첫째, 정치 행위자들의 이상점(x_i), 둘째, 안건의 찬반에 해당하는 이상점(o_{yj} , o_{nj}), 그리고 셋째, 효용함수 내 결정-우연의 비율(β)과 각 차원의 가중치(w_k)이다. 이처럼 하나의 모형 안에 추정해야 할 파라미터가 상당수 존재하므로 이들을 한 번에 추정하기란 어려운 일이다. 따라서 NOMINATE는 이 파라미터들을 각 묶음마다 돌아가며 추정을 시도하는 방법을 택한다. 이때에 두 번째 그룹인 안건의 이상점들의 경우, 각 차원마다 두 이상점의 중간점($o_{mjk} = (o_{yjk} + o_{njk})/2$)과 둘 사이의 차이를 반으로 나눈 값($d_{jk} = (o_{yjk} - o_{njk})/2$)으로 파라미터를 새로이 대체하여 추정하는 바이다.

보다 구체적으로, NOMINATE는 이상점 추론을 위한 알고리즘으로 세 단계의 변경 최대우도 추정 방법(three-step alternating maximum likelihood estimation)을 적용한다. 각 단계에서는 Berndt와 공저자들이 개발한 경사 하강법(gradient decent method)의 일종인 BHHH 방법을 사용한다.³⁰⁾ 이때, 이상점의 초기 값(initial value)으로는 각 의원들이 서로 얼마나 자주 같은 투표를 던졌는지를 계산한 동의 스코어 행렬(agreement score matrix)이 사용되며, β 와 w_k 의 경우 임의의 값이 주어

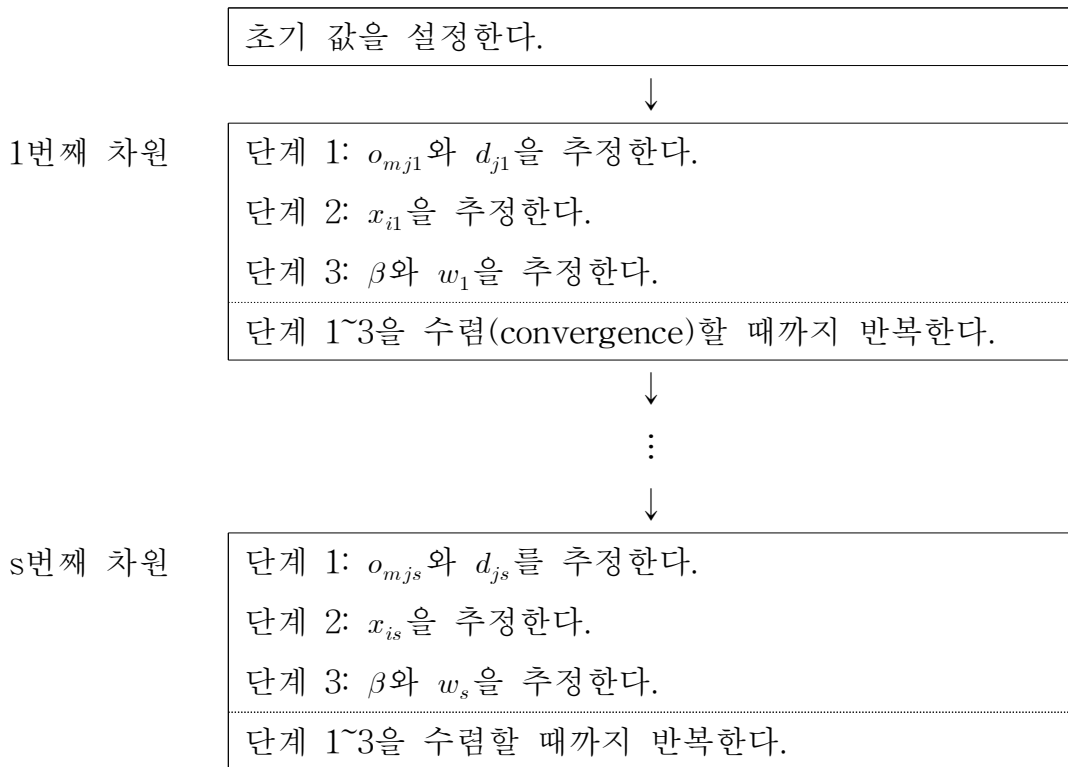
30) Ernst R, Berndt, Bronwyn H. Hall, Robert E. Hall, Jerry A. Hausman, "Estimation and Inference in Nonlinear Structural Models," Annals of Economic and Social Measurement, Vol. 3, No. 4 (1974), pp. 653-665.

지게 된다.³¹⁾ 이때 전체적인 알고리즘의 단계는 [알고리즘 2-1]과 같다.

일단 초기 값을 설정한 이후에는 각 차원별로, 하나의 차원 내에서는 파라미터 묶음별로 추정이 이루어진다. 이때 묶음별 추정이 이루어지는 방식은, 해당 묶음을 제외한 다른 파라미터들은 이미 설정된 값에 고정을 시켜두고 상수와 같이 취급하는 것이다. 그런 다음, 우도함수를 추정하고자 하는 파라미터에 대한 식으로 생각하고 이를 극대화시키는 파라미터의 값을 추정치로 두는 최우 추정법을 적용한다. 이때 식이 복잡한 관계로 일차 편미분 식의 최대점을 찾는 경사 하강법의 일종인 BHHH 방법을 사용한다. NOMINATE 방법은 이러한 과정을 반복하는 알고리즘을 설정하고 있다.

요컨대, NOMINATE의 알고리즘은 다음과 같은 특징을 지닌다. 첫째, 차원별로 돌아가며 파라미터들을 추정한다. 둘째, 각 차원에서는, 다시 파라미터 묶음을 두어 세 단계로 돌아가며 추정한다. 셋째, 구체적인 추정 방식으로는 BHHH 방법을 사용한다. 특히 첫 번째 특징은, NOMINATE 모형이 가진 회전 불변성의 문제를 해결하기 위한 추가적인 가정과도 밀접한 관련이 있다. 이어지는 절에서 이에 대해 상세히 논하고자 한다.

31) Armstron et al., 2014, p. 192.



[알고리즘 2-1] NOMINATE

(3) 문제점

NOMINATE 모형은 회전 불변성이라는 특성을 지닌다.³²⁾ 즉, 2차

32) 이밖에도 scale invariance나 addition invariance 등의 특성을 가지지만, 정치학 연구에서 중요한 것은 이상점의 ‘상대적인’ 값이기 때문에 이러한 특성들 자체는 큰 문제가 되지 않는다. 다만, NOMINATE의 경우 앞서 언급한 불변성들을 해결하기 위하여 모든 이상점을 단위 공간(2차원의 경우 단위원, 3차원의 경우 단위구) 내에 위치하도록 새로운 제약조건을 가하는데 이것이 다차원의 이상점을 추론할 때에 문제를 일으키곤 한다. 이 제약조건으로 인해 극단적인 이념을 가진 정치 행위자들이 단위 공간의 가장자리 위에 위치하여 해석이 어려워지는 “rim problem”이 발생하기 때문이다. 이러한 현상을 완화하기 위해서 연구자들은 한 쪽으로 치우친(loп-sided) 투표결과들을 제외시켜야 한다. 모두가 동의하는 안건에 대하여 소수의 행위자만이 반대하는 그런 투표들이야말로 정치 행위자를 이해하는 데에 중요한 자료가 되는 만큼 이러한 해결 방법 역시 또 다른 문제를 야기할 뿐이다. 본 연구가 새로이 제시하는 MSS 방법의 경우 회전 불변성뿐만 아니라 이상과 같은 문제에 있어서도

원 이상에서 NOMINATE로 추정된 이상점들을 영점을 기준으로 회전시켜도 우도함수가 변하지 않는다.³³⁾ 이는 곧 모형이 식별되지 않음 (unidentified)을 의미하며, 이로 인해 이념 공간의 각 차원을 규명하는 일조차도 불가능해진다. 다시 말해 추가적인 가정을 포함시키지 않는 한, 사회적 선택의 기준이 되는 균열들을 제대로 추론하지 못하여 이상점이 왜곡된다는 것이다. 이러한 까닭에 NOMINATE는 다음과 같은 가정을 새로이 추가하는 바이다.

NOMINATE 방법에서 각 차원들은 그것이 지니는 설명력 (explanatory power)의 크기에 따라 결정된다. 구체적으로 설명하자면, 첫 번째 차원이 자료의 가장 큰 분산을 설명하고, 그 다음으로 이어지는 차원들이 차례로 다음으로 큰 분산을 설명하게 된다. 요인 분석이 자료에 내재된 서로 다른 요인들을 그 크기에 따라 측정하는 것과 마찬가지로의 방법이다.

NOMINATE는 이를 위해 [알고리즘 2-1]에서 살펴본 바와 같이 각 차원을 번갈아가면서 추정을 시행한다. 원저자인 Poole과 Rosenthal은 이에 대해 다음과 같이 설명한다. “우리의 접근은 자료를 가장 잘 설명하는 하나의 차원의 배열을 찾는 것에서 시작한다는 점에서 고윳값/고유벡터 분해와 닮아 있다. 이 첫 차원을 고정된 것으로 두면서 우리는

자유롭다.

33) 회전 불변성에 대한 기술적인 증명은 다음과 같다. 편의를 위하여 $\mathbf{x}_i = (w_1 x_{i1}, \dots, w_s x_{is})'$, $\mathbf{o}_{yj} = (w_1 o_{yj1}, \dots, w_s o_{yjs})'$ 로 가정치를 내포한 벡터로 가정하고, \mathbf{R} 을 회전 행렬(rotation matrix)이라고 가정해보자(즉, $\mathbf{R}' = \mathbf{R}^{-1}$ 이며, $\det(\mathbf{R}) = 1$). $\mathbf{R}'\mathbf{R} = \mathbf{I}$ 인 점을 이용하면 다음과 같은 식을 유도할 수 있다.

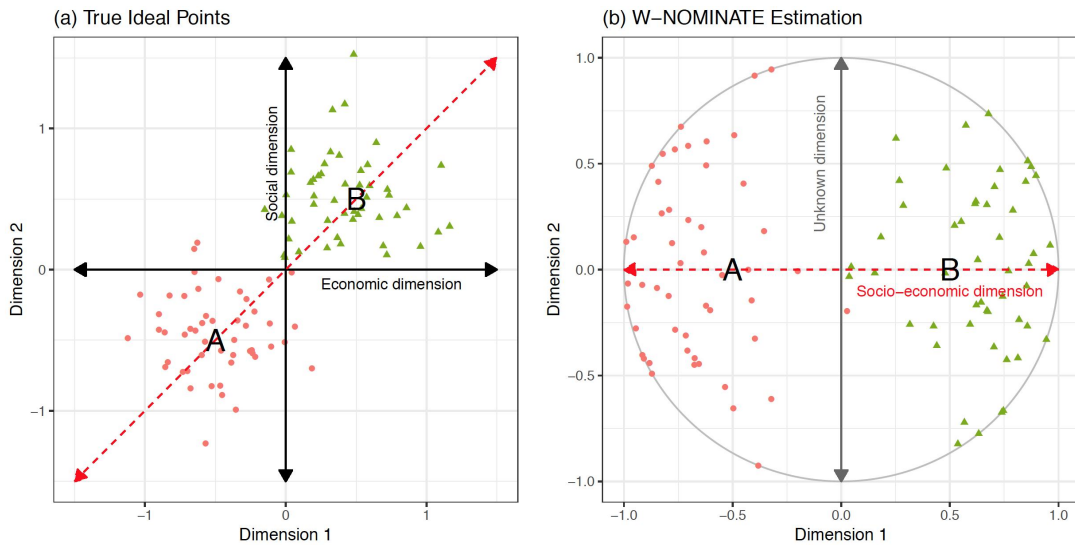
$$\begin{aligned} u_{ijy} &= \beta \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{k=1}^s w_k^2 (x_{ik} - o_{yjk})^2 \right\} = \beta \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj})' (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj}) \right\} \\ &= \beta \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj})' \mathbf{R}' \mathbf{R} (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj}) \right\} \\ &= \beta \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{R}\mathbf{x}_i - \mathbf{R}\mathbf{o}_{yj})' (\mathbf{R}\mathbf{x}_i - \mathbf{R}\mathbf{o}_{yj}) \right\} \end{aligned}$$

즉, $u_{ijy}(\mathbf{x}_i, \mathbf{o}_{yj}) = u_{ijy}(\mathbf{R}\mathbf{x}_i, \mathbf{R}\mathbf{o}_{yj})$ 이므로 기존의 이상점을 회전하여도 전체의 우도함수는 여전히 같은 값을 지닐 것이다.

그 다음으로 자료에 남은 ‘분산’을 가장 잘 설명하는 두 번째 차원을 찾고, 이 과정을 마지막 차원까지 반복하여 이어간다. (Our approach bears a family resemblance to eigenvalue/eigenvector decomposition in that we begin by estimating the one-dimensional configuration that best accounts for the data. Keeping this first dimension fixed, we then estimate a second dimension that best accounts for the remaining “variance“, and so on, until the desired number of dimensions is estimated.)”³⁴⁾

이러한 제약조건은 다음과 같은 가정을 내포하고 있다: 각 차원은 (each-dimensional coordinates of ideal points)은 서로 상관관계가 존재하지 않는다. 다시 말하자면, NOMINATE는 [그림 2-5]의 (b)와 같이 각 차원이 상관관계를 지닐 때에 실제 이상점을 제대로 추정하지 못한다. 문제는, 정치학 연구에 있어서 이념 공간을 지배하는 각 차원 혹은 균열 사이의 상관관계가 존재하지 않을 것이라는 가정이 설득력이 부족하다는 점이다. 예컨대, 앞서 언급한 바와 같이 NOMINATE 분석 결과 미국정치는 경제와 사회라는 두 가지 차원으로 구축되어 있다고 해석되곤 한다. 그러나 이러한 결과가 NOMINATE 방법으로부터 도출된 이상, 경제와 사회라는 두 가지 차원이 서로 상관관계가 없다는 가정을 전제할 수 밖에 없다. 다음의 [그림 2-8]이 이러한 예시를 구체적으로 보여주고 있다.

34) Poole and Rosenthal, 1997, p. 239.



[그림 2-8] NOMINATE의 문제

[그림 2-8]은 위에서 제시한 문제를 시뮬레이션을 통해 보여주고 있다. 예컨대, 투표가 이뤄지는 의회에서 두 개 그룹(그룹 A와 그룹B)의 의원이 존재한다고 해보자. 이때 이념 공간은 경제적 차원과 사회적 차원의 2차원으로 이루어져 있다. 이 사회에서 실업과 같은 경제적 이슈는 이민과 같은 사회적 이슈와 정치적으로 얽매어 있다. 즉, 경제적 차원에서 보수적인 의원은 사회적 차원에 있어서도 보수적이라고 해보자. 따라서 [그림 2-8]은의 (a)에서 보여주듯이, 두 그룹은 양쪽 차원에서 모두 서로와 대립하는 입장을 보이고 있다. 하지만, NOMINATE가 첫 번째 차원을 자료의 가장 큰 분산을 설명하고, 두 번째 차원이 ‘남아있는 분산’을 설명한다고 가정한 이상, 그룹 A와 그룹 B 사이의 균열은 첫 번째 차원의 추정치들에만 투영되게 된다. (b)는 이렇게 하나로 뭉뚱그려진 차원을 사회경제적 차원이라 명명하고 있다. 그렇다면 시뮬레이션이 아닌 실제 자료를 통해 분석을 하면 어떠한 결과가 나오게 될까?

[그림 2-9]는 미국에서 경제적, 사회적 차원의 이념이 어떠한 상관 관계를 지니는지를 나타내고 있다. 우선, 왼쪽의 그림 (a)는 American National Election Studies(ANES)의 2016 서베이 자료 문항을 바탕으로 경제적 이념과 사회적 이념의 지표를 구하여 그래프로 나타낸 것이다.³⁵⁾

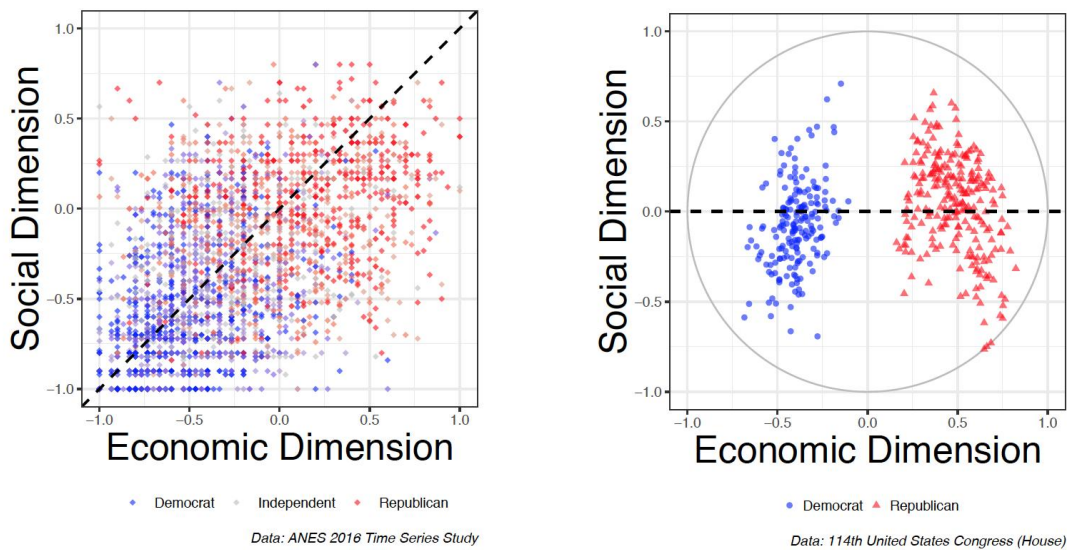
여기서 알 수 있는 점은, 실제로 경제적 차원과 사회적 차원은 상관관계를 지니고 있다는 점이다. 오른쪽의 그림 (b)는 114대 하원의 W-NOMINATE 스코어를 그래프화한 것이다. 이 또한 연구자들에 의하여 경제적, 사회적 차원으로 해석되고 있는 바이다.³⁶⁾ 그러나 이 경우 NOMINATE의 가정 때문에 두 차원은 서로 상관성이 나타나지 않는다. 즉, 실제 정치 현실과 이상점 추정 결과 사이에 왜곡이 생겨나는 것이다.

35) The American National Election Studies, “2016 Times Series Data”에서 다음의 문항들을 이용하였다:

- (지지정당) V161158;
- (경제적 이념) V162180x(Gov. should do more/less to regulate banks),
V161201(7pt scale environment-jobs tradeoff),
V162148(Favor gov. trying to reduce income inequality),
V162140(Favor of oppose tax on millionaires),
V162186(How much gov. regulation of business is good for society);
- (사회적 이념) V161232(STD Abortion: self-replacement),
V161231(Position on gay marriage),
V161228x(Transgender policy),
V162364(Discrimination in the U.S. against Muslims),
V162357(Discrimination in the U.S. against Blacks)

선거 전후로 모두 응답한 샘플들만을 토대로 자료를 구축하였으며, 응답의 스케일(scale)과 부호는 문항의 내용에 따라 조정하여 통일시켰다..

36) <https://voteview.com/>를 참고하기 바람.



[그림 2-9] NOMINATE의 문제

요컨대, 두 개 이상의 차원에서 서로 상관관계가 존재할 경우, NOMINATE 방법은 다음과 같은 문제를 발생시킨다. 첫째, 각 차원의 이상점이 왜곡되게 된다(biased). 둘째, 서로 별개인 두 개의 차원이 하나의 차원으로 뭉뚱그려지게 된다. 셋째, 두 번째 차원을 해석하기가 어려워진다.

그렇다면, NOMINATE와 마찬가지로 정치학 연구에 있어서 널리 사용되는 IRT 방법의 경우는 어떠한가? 결론부터 말하자면. IRT 방법 또한 회전 불변성의 문제를 지니기에 NOMINATE와는 또다른 가정을 추가적으로 요구하게 된다. 이어지는 절에서 이에 대해 상세히 논하고자 한다.

2) IRT

IRT는 본래 교육학에서 사용하던 개념으로, Clinton과 그의 공저자들에 의해 처음으로 이상점 추론에 쓰이게 되었다.³⁷⁾ IRT 방법은 정

37) IRT는 본래 교육학에서 시험 문항이 응답자의 학습능력을 얼마나 잘 테스트

치학의 투표 분석과 심리학의 서베이 자료 분석 등 사회과학 전반의 다양한 맥락에서 사용되고 있는 바이다. Clinton과 공저자들이 개발한 투표 분석에서의 IRT 방법은 위에서 설명한 공간 모형의 기본적인 가정들을 갖추고 있다. 세부적으로, IRT의 경우 NOMINATE와는 달리 이차형 효용함수를 택하고 있으며, Markov chain Monte Carlo(MCMC)의 일종인 깁스 샘플링(Gibbs sampling)을 이용하여 이상점을 추정한다. IRT 또한 W-NOMINATE와 마찬가지로 pscl이라는 R package의 ideal이라는 함수(function)를 사용하여 구현이 가능하다. 본 절에서는 IRT의 모형과 알고리즘, 문제점에 대해 깊이 알아보도록 한다.

(1) 모형

IRT 모형의 기본적인 구조는 W-NOMINATE와 동일하다. 다시 말해, i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 찬성했을 때 예상되는 효용 U_{ijy} 는 다음과 같으며 앞서 살펴본 바와 동일하게 두 부분 u_{ijy} 와 ϵ_{ijy} 로 이루어져 있다.

$$U_{ijy} = u_{ijy} + \epsilon_{ijy}$$

다만, 효용의 결정적인 부분인 u_{ijy} 는 W-NOMINATE와 다른 형태를 가정하고 있다.

$$u_{ijy} = - \sum_{k=1}^s (x_{ik} - o_{yjk})^2$$

하는지를 분석하기 위해 쓰이던 방법이다. 두 개의 파라미터(difficulty parameter and discrimination parameter)가 존재하는 IRT의 경우 공간 모형과 동일한 것으로 알려져 있다. Clinton et al., 2004, p. 356에서 재인용. 교육학 맥락에서는 문항과 관련된 파라미터에 주요 관심(quantity of interest)이 있는 반면, 정치학 맥락에서는 개인의 이상점에 주요 관심이 있다. 본 연구에서는 투표 분석에 쓰이는 공간 모형의 관점에서 IRT를 소개하고자 한다.

위의 식이 의미하는 바는, 효용함수의 결정적인 부분은 행위자의 이상점과 안건의 이상점 사이의 거리 $x_{ik} - o_{yjk}$ 에 따라 정해진다는 것이다. 보다 구체적으로, 본 모형은 W-NOMINATE와 마찬가지로 두 이상점 사이의 유클리디언 거리인 $\sqrt{\sum_{k=1}^s (x_{ik} - o_{yjk})^2}$ 에 따라 효용이 결정된다. 다만, 결정적인 부분과 우연적인 부분의 비율에 대한 파라미터나, 각 차원의 가중치가 별개의 파라미터로 존재하지는 않는다.

i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 반대했을 때의 효용 또한 위의 모형과 마찬가지로이다.

$$U_{ijn} = u_{ijn} + \epsilon_{ijn}$$

$$u_{ijn} = - \sum_{k=1}^s (x_{ik} - o_{njk})^2$$

위의 모형을 바탕으로 i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 찬성할 확률을 구하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_{ijy} &= \Pr(yea) = \Pr(U_{ijy} > U_{ijn}) \\ &= \Pr(u_{ijy} - u_{ijn} > \epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy}) \\ &= \Pr((\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{nj})'(\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{nj}) - (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj})'(\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj}) > \epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy}) \\ &= \Pr(2(\mathbf{o}_{yj} - \mathbf{o}_{nj})'\mathbf{x}_i + (\mathbf{o}_{nj}'\mathbf{o}_{nj} - \mathbf{o}_{yj}'\mathbf{o}_{yj}) > \epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy}) \\ &= \Phi(\beta_j'\mathbf{x}_i - \alpha_j) \end{aligned}$$

여기서 중요한 점은, W-NOMINATE가 그러하듯이 안건의 두 이상점을 그대로 사용하는 것이 아니라 새로운 파라미터로 대체한다는 (re-parameterize) 것이다. 다만, 본 모형에서는 이를 \mathbf{x}_i 에 대한 선형의 모형으로 만들기 위하여, $\beta_j = 2(\mathbf{o}_{yj} - \mathbf{o}_{nj})/\sigma_j$, $\alpha_j = (\mathbf{o}_{nj}'\mathbf{o}_{nj} - \mathbf{o}_{yj}'\mathbf{o}_{yj})/\sigma_j$ 의 파라미터를 사용한다 ($\epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy} \sim N(0, \sigma_j^2)$)³⁸. 교육학 맥락의 IRT에서는 β_j

38) 보통 모형의 단순화를 위하여 $\sigma_j = 1$ 로 제한한다. Clinton et al. 2004, p.367.

를 각 문항의 차별화 파라미터(discrimination parameter)로, α_j 를 난이도 파라미터(difficulty parameter)이라고 부르기도 한다. 요컨대, 기존의 파라미터를 이 새로운 파라미터로 대체하는 과정을 통해 공간 모형을 IRT 모형으로 둔갑시키는 것이다.

i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 반대할 확률도 마찬가지로이다.

$$\begin{aligned} P_{ijn} &= \Pr(nay) = \Pr(U_{ijn} > U_{ijy}) \\ &= \Pr(u_{ijn} - u_{ijy} > \epsilon_{ijy} - \epsilon_{ijn}) \\ &= \Phi(u_{ijn} - u_{ijy}) \\ &= 1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}) \\ &= 1 - P_{ijy} \end{aligned}$$

1부터 N까지의 모든 정치 행위자가 1부터 M까지의 투표에 부쳐진 모든 안건에 대하여 위와 같은 확률 모형에 따라 찬성 혹은 반대를 한다면, 이상점 추정을 위한 우도함수는 다음과 같다.

$$L = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^M \left\{ \Phi(u_{ijy} - u_{ijn})^{y_{ij}} \times (1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}))^{(1-y_{ij})} \right\}$$

IRT 방법의 경우 베이저안 관점의 알고리즘을 사용하기에, 사전확률(prior)을 위의 우도함수와 함께 고려한 사후분포를 추정하게 된다. 이때 원저자들은 사전에 가지고 있는 정보가 미비하다는 가정 하에(vague) 사전확률을 사용한다.³⁹⁾

(2) 알고리즘

IRT 방법의 모형도 NOMINATE 방법의 모형과 마찬가지로, 상당수의 파라미터들이 추정되어야 한다. IRT 역시 추정해야 할 모든 파라미터를 세 묶음으로 나눈다. 첫째, 의원들의 이상점(\mathbf{x}_i), 둘째, 안건의 찬

39) Clinton et al., 2004, p.358.

반과 관련된 파라미터(β_j, α_j), 그리고 셋째, 찬성과 반대의 효용의 차이라는 새로운 잠재 변수($y_{ij}^* = U_{ijy} - U_{ijn} = \beta_j' \mathbf{x}_i - \alpha_j + \epsilon_{ij}$)가 그것이다. NOMINATE는 이 파라미터들을 각 묶음마다 돌아가며 추정을 시도하듯이, Clinton과 공저자들은 이를 베이지안 분석의 일종인 깃스 샘플링을 통해 사후분포를 추정한다.

IRT 모형을 깃스 샘플링을 통해 추정하는 방법은 [알고리즘 2-2]와 같다. 우선, 각 파라미터의 초기 값을 정하고 나면 본격적인 깃스 샘플링 단계가 시작된다. 먼저, 첫 번째 단계에서 \mathbf{x}_i 와 β_j, α_j 를 어느 한 값에 고정시키고, 이에 기반하여 y_{ij}^* 를 추출한다. 이때 우리는 y_{ij}^* 를 구성하는 요소 중 \mathbf{x}_i 와 β_j, α_j 는 상수와 같이 대입하면 되는 값이고, 두 노이즈 파라미터의 차이인 $\epsilon_{ij} = \epsilon_{yj} - \epsilon_{nj}$ 는 표준정규분포의 형태를 지니고 있다는 것을 알고 있다. 따라서 정규분포의 성질에 따라 y_{ij}^* 또한 정규분포에서 추출된 하나의 샘플로 여길 수 있다. y_{ij}^* 라는 파라미터를 해석하자면, 이는 행위자가 선택할 수 있는 두 가지 찬성과 반대의 투표가 초래하는 전체 효용의 차이이다. 즉, y_{ij}^* 가 0보다 큰 값을 가지면, 행위자는 찬성을 택하게 되고, y_{ij}^* 가 0보다 작은 값을 가지면 행위자는 반성을 택하게 된다. 여기서 주목할 점은, 이미 자료는 i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 어떠한 투표를 던졌는가(y_{ij} 가 0의 값을 가지는가 1의 값을 가지는지)를 보여준다는 것이다. 따라서 연구자에게는 y_{ij}^* 가 0보다 큰지 작은지에 대한 정보가 이미 주어져 있다. 이러한 정보를 활용하면, 결국 y_{ij}^* 는 절단형 정규분포(truncated normal distribution)를 따른다는 것을 의미한다.

두 번째 단계에서는, 이제 y_{ij}^* 값과 \mathbf{x}_i 을 고정된 형태로 두고, β_j, α_j 를 추출하게 된다. 이때 $y_{ij}^* = -\alpha_j + \beta_j' \mathbf{x}_i + \epsilon_{ij}$ 의 형태가 다중회귀분석과 동일한 점을 이용하여 베이지안 회귀분석 방법으로 통해 β_j, α_j 를 쉽게 추론할 수 있다.

세 번째 단계에서는 y_{ij}^* 와 β_j, α_j 를 고정된 채로 \mathbf{x}_i 를 추출하게 된다. 이때에도 마찬가지로 베이지안 회귀분석을 사용하게 되는데, 이를 위해 파라미터의 대체화가 사용된다. 즉, $w_{ij} = y_{ij}^* + \alpha_j = \beta_j' \mathbf{x}_i + \epsilon_{ij}$ 의 식에 대

한 베이지안 회귀분석을 시도한 것이다.

한편, IRT 모형 역시 회전 불변성의 문제가 있기에, 2차원 이상의 이념 공간을 가정할 경우 추정이 끝난 후 추가적인 사후 처리가 필요하다. 이에 대해서는 이어지는 절에서 구체적으로 논하고자 한다.

초기 값을 설정한다.



t번째
회기

1. $y_{ij}^{*(t)}$ 를 다음의 분포에서 추출한다⁴⁰⁾:

$$y_{ij}^{*(t)} | (y_{ij} = 0, \mathbf{x}_i^{(t-1)}, \boldsymbol{\beta}_j^{(t-1)}, \alpha_j^{(t-1)}) \sim N(\mu_{ij}^{(t-1)}, 1) I(y_{ij}^* < 0)$$

$$y_{ij}^{*(t)} | (y_{ij} = 1, \mathbf{x}_i^{(t-1)}, \boldsymbol{\beta}_j^{(t-1)}, \alpha_j^{(t-1)}) \sim N(\mu_{ij}^{(t-1)}, 1) I(y_{ij}^* \geq 0)$$

※ $\mu_{ij}^{(t-1)} = \mathbf{x}_i^{(t-1)'} \boldsymbol{\beta}_j^{(t-1)} - \alpha_j^{(t-1)}$; $I(\cdot)$ 는 indicator matrix.

2. $\boldsymbol{\beta}_j^{(t)}$ 와 $\alpha_j^{(t)}$ 를 다음의 분포에서 추출한다:

($y_{ij}^* = -\alpha_j + \boldsymbol{\beta}_j' \mathbf{x}_i + \epsilon_{ij}$ 의 베이지안 회귀분석)

$$\boldsymbol{\beta}_j^{(t)}, \alpha_j^{(t)} | \mathbf{X}^{(t-1)}, y_{ij}^{*(t)} \sim MVN\left(\left[\mathbf{X}^{*'} \mathbf{X}^* + \mathbf{T}_0^{-1} \right]^{-1} \left[\mathbf{X}^{*'} \mathbf{y}_j^{*(t)} + \mathbf{T}_0^{-1} \mathbf{t}_0 \right], \right. \\ \left. \left[\mathbf{X}^{*'} \mathbf{X}^* + \mathbf{T}_0^{-1} \right]^{-1} \right)$$

※ $MVN(\mathbf{t}_0, \mathbf{T}_0)$ 는 사전확률 (보통 $\mathbf{t}_0 = 0$, $\mathbf{T}_0 = k\mathbf{I}$, k 는 큰 양수);

\mathbf{X}^* 는 $\mathbf{x}_i^* = (\mathbf{x}_i^{(t-1)}, -1)$ 를 행으로 하는 행렬

3. $\mathbf{x}_i^{(t)}$ 를 다음의 분포에서 추출한다:

($w_{ij} = y_{ij}^* + \alpha_j = \boldsymbol{\beta}_j' \mathbf{x}_i + \epsilon_{ij}$ 의 베이지안 회귀분석)

$$\mathbf{x}_i^{(t)} | y_{ij}^{*(t)}, \boldsymbol{\beta}_j^{(t)}, \alpha_j^{(t)} \sim MVN\left(\left[\mathbf{B}' \mathbf{B} + \mathbf{V}_i^{-1} \right]^{-1} \left[\mathbf{B}' \mathbf{w}_j^{*(t)} + \mathbf{V}_i^{-1} \mathbf{v}_i \right], \right. \\ \left. \left[\mathbf{B}' \mathbf{B} + \mathbf{V}_i^{-1} \right]^{-1} \right)$$

※ $MVN(\mathbf{v}_i, \mathbf{V}_i)$ 는 사전확률 (보통 $\mathbf{v}_i = 0$, $\mathbf{V}_i = \mathbf{I}$);

\mathbf{B} 는 j 번째 행이 $\boldsymbol{\beta}_j'$ 인 행렬

$t = 1, \dots, T$ 에 대하여 반복한다.



유효한 샘플들에 대하여 사후평균(posterior mean)을 구해 추정치로 삼는다.

[알고리즘 2-2] IRT

40) 기권이나 결측치의 경우 절단된 정규분포가 아닌 일반적인 정규분포로부터 샘플을 추출한다.

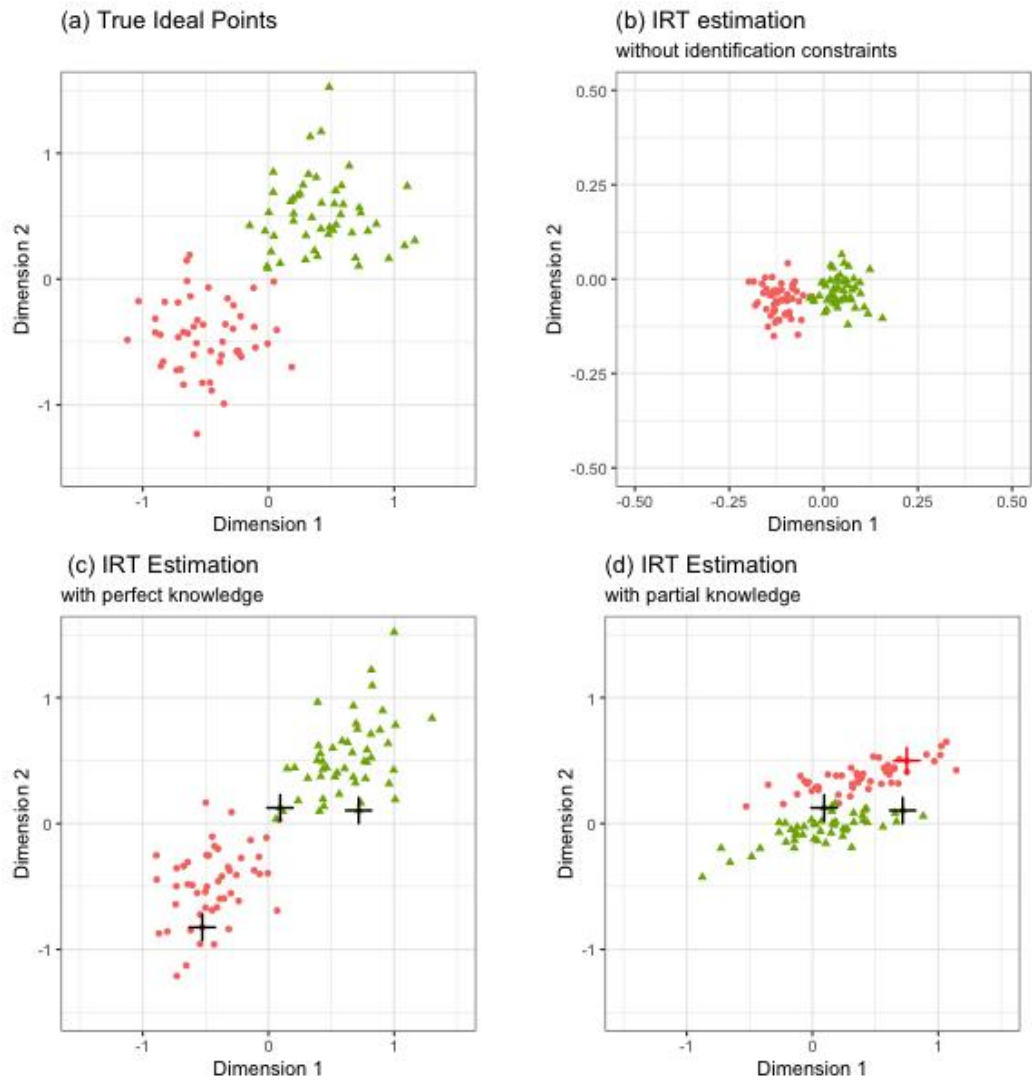
(3) 문제점

IRT 방법 또한 NOMINATE와 마찬가지로 회전 불변성에서 자유롭지 못하다.⁴¹⁾ 이를 해결하기 위해서는 새로운 가정이 추가되어야 하는데, 가장 널리 사용되는 가정은 $(s+1)$ 명의 행위자의 이상점을 고정시키는 것이다. 문제는 차원에 대해서 알지 못하는 연구자가 이를 임의로 추측하여 일부 행위자를 고정시켜야 한다는 것이다. 만약 이들 중 단 하나의 행위자라도 실제와 다르게 고정이 된다면 전체 결과가 왜곡될 수 있다.

41) 회전 불변성에 대한 기술적인 증명은 앞선 NOMINATE의 증명과 동일하다.

$$\begin{aligned} u_{ijy} &= - \sum_{k=1}^s (x_{ik} - o_{yjk})^2 = - (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj})' (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj}) \\ &= - (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj})' \mathbf{R}' \mathbf{R} (\mathbf{x}_i - \mathbf{o}_{yj}) \\ &= - (\mathbf{R}\mathbf{x}_i - \mathbf{R}\mathbf{o}_{yj})' (\mathbf{R}\mathbf{x}_i - \mathbf{R}\mathbf{o}_{yj}) \end{aligned}$$

즉, $u_{ijy}(\mathbf{x}_i, \mathbf{o}_{yj}) = u_{ijy}(\mathbf{R}\mathbf{x}_i, \mathbf{R}\mathbf{o}_{yj})$ 이므로 기존의 이상점을 회전하여도 전체의 우도함수는 여전히 같은 값을 지닐 것이다.



[그림 2-10] IRT의 문제

위의 [그림 2-10]은 시뮬레이션을 통해 회전 불변성과 행위자 고정 문제의 문제를 그림으로 나타낸 것이다. 실제로 생성된 자료는 (a)의 그림과 같지만, 회전 불변성으로 인하여 추가적인 가정이 없다면 (b)와 같은 임의의 과가 나타나게 된다. 2차원의 이념 공간에서는 세 명의 정치 행위자를 고정시켜 주어야 하는데, (c)와 같이 '+' 모양으로 표시된 세 명의 행위자를 정확한 위치에 고정시켰을 경우 이상점 추정이 정확히 이루어

지게 된다. 그러나, (d)의 예시가 보여주듯이 세 명의 행위자 중 단 하나의 행위자가 잘못된 위치(빨간색 '+')에 고정될 시에는 전체 결과가 왜곡되게 된다. 즉, IRT 방법의 회전 불변성은 모형의 식별(identification)을 위하여 분석 이전에 차원에 대한 사전적인 지식을 요구하며, 그것이 정확한 지식인지 연구자의 자의적인 결정인지를 구분할 수 없다는 문제가 있다. 다차원의 이념 공간에서 이러한 회전 불변성의 문제를 해결하고 이상점 추론을 정확하게 하기 위하여 본 연구는 MSS라는 새로운 이상점 추론 방법을 제시한다.

Ⅲ. 다차원 이상점 추론 방법

1. 새로운 모형

본 연구에서는 다차원 이상점 추론에 있어서 NOMINATE와 IRT 방법의 회전 불변성과 그로 인한 추가 가정의 문제점을 해결하고자 새로운 방법을 제시하는 바이다. 이 방법은 모형에 있어서 맨하탄 거리와 알고리즘에 있어서 슬라이스 샘플링을 사용하며, 따라서 MSS 방법 (Manhattan & Slice Sampling)이라고 명명하였다.

MSS 방법의 모형은 앞선 NOMINATE와 IRT 방법과 기본적인 구조는 동일하나, 효용함수의 형태와 거리 측정 방식이 다르다. 먼저, i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 찬성했을 때 예상되는 효용(U_{ijy})은 다음과 같다.

$$U_{ijy} = u_{ijy} + \epsilon_{ijy}$$
$$u_{ijy} = -\beta \sum_{k=1}^s w_k |x_{ik} - o_{yjk}|$$

각 파라미터들이 의미하는 바는 앞선 모형들에서와 동일하다. 즉, u_{ijy} 는 효용의 결정적인 부분이고, ϵ_{ijy} 은 효용의 우연적인 부분이며, β 는 이 둘 사이의 비율을 결정하고, w_k 는 각 차원의 가중치이다. 본 모형 또한 위자의 이상점과 안건의 이상점 사이의 거리 $x_{ik} - o_{yjk}$ 에 따라 효용의 값이 결정되지만, 주목할만한 점은 이 거리를 측정하는 방식이 유클리디언 거리가 아닌 맨하탄 거리($|\cdot|$)라는 점이다.

Ⅱ의 1장 2절에서 논의한 유클리디언 거리와 맨하탄 거리가 가지는 차이점의 정치학적 의미를 다시 한 번 요약하면 다음과 같다. 먼저, 공간 모형에서 유클리디언 거리를 가정한다면, 각 정치 행위자가 이념

공간에서 자신의 위치와 선택 가능한 점 사이의 ‘직선거리’를 계산하여 투표를 한다는 것을 뜻한다. 이는 자연스러운 사고방식과 거리가 멀어 보이지만, 유클리디언 거리가 가진 수학적 편의성 때문에 역대 모형들에서는 이 거리 측정 방식이 널리 선택되어 온 바이다. 반면, 맨하탄 거리의 경우 ‘직선거리’가 아닌 각 차원에서의 거리를 더한 값이다. 이는 정치 행위자가 이념 공간을 구성하는 각 차원에 있어서 개별적인 비교를 시도하고 이를 종합하여 자신의 선택을 결정 짓는다는 것을 의미한다. 본 모형에서 유클리디언 거리 대신 맨하탄 거리를 사용한 이론적 근거도 이 사고방식에 있다.

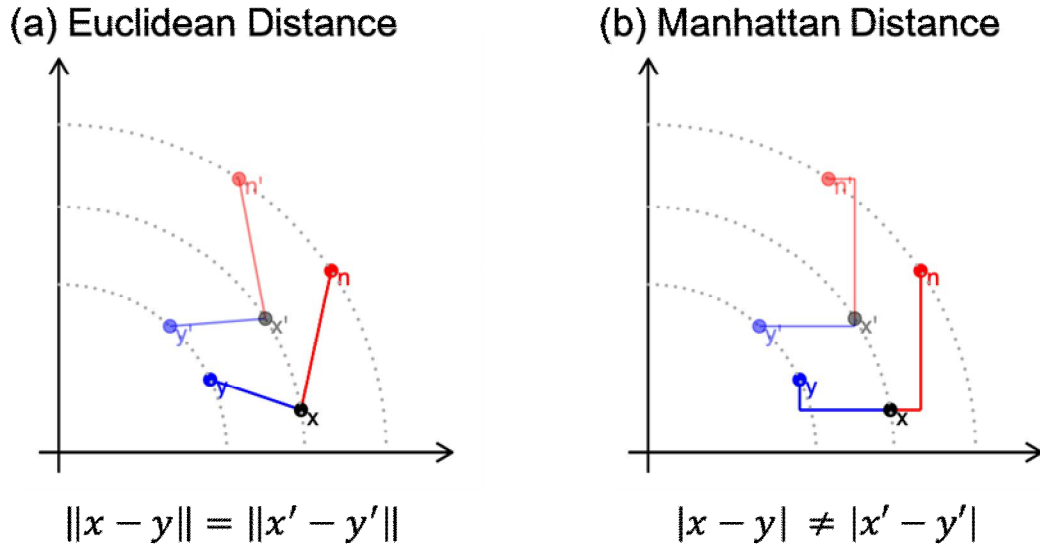
MSS 방법의 모형에서 맨하탄 거리를 사용한 이유는 다음의 두 가지와 같다. 첫째, 자극(stimuli)에 대한 심리학 연구들에 따르면 구별 가능한(separable) 차원의 유사성(similarity) 측정에 L1 거리(맨하탄 거리)가 L2 거리(유클리디언 거리)보다 더 적절하다. 예컨대, Shepard는 여러 실험들을 통해 도형의 크기와 회전도(orientation)와 같이 ‘분석 가능한(analyzable)’ 자극의 경우 L1 거리가 더 적절한 측정 방식임을 밝혔다.⁴²⁾ 반면, L2 거리는 색의 밝기(lightness)나 포화도(saturation)와 같이 ‘단일한(unitary)’ 자극의 경우 더 적절한 측정 방식이라고 지적하는 바이다. “선호의 개념은 심리학적 맥락에서 유사성을 비교하는 것으로 해석 가능(the concept of preference can be reduced to the psychological notion of comparing similarities)”하다는 점에서 이와 같은 심리학적 연구는 공간 모형에서 맨하탄 거리를 사용할 이론적 근거로 작용한다.⁴³⁾ 다시 말해, 공간 모형에서는 정치 행위자가 이념 공간의 ‘구분 가능한’ 각 차원에 기반하여 안전에 찬성했을 때와 반대했을 때 예상되는 결과와 자신의 이상점 사이의 ‘유사성’을 비교할 수 있다고 가정하므로 맨하탄 거리의 사용이 더 적절하다고 할 수 있다.

42) Roger N. Shepard, “Toward a Universal Law of Generalization for Psychological Science,” *Science*, Vol. 237, No. 4820 (September, 1987), pp. 1317-1323. 더 자세한 내용은 Wendell R. Garner, *The Processing of Information and Structure* (Psychology Press, 2014), ch. 5를 참고 바람.

43) Carroll et al., 2013, p. 1011.

둘째, 맨하탄 거리를 사용할 경우 회전 불변성의 문제부터 자유로울 수 있다. 최근 들어 머신러닝과 통계학에서는 맨하탄 거리에 대한 관심이 높아지고 있다. 그것은 맨하탄 거리가 회전 불변성을 가지고 있지 않고, 이상치(outlier)에 대해 엄격하며, 차원의 저주(dimensionality curse)로부터 비교적 자유롭기 때문이다.⁴⁴⁾ 여기서 맨하탄 거리가 회전 불변성을 가지고 있지 않는다는 것은 유클리디언 거리와 달리 영점을 기준으로 점들을 회전시켰을 때에 그 값이 변하게 된다는 것을 의미한다. 다음의 [그림 3-1]이 2차원 공간의 예시를 통해 이를 설명하고 있는 바이다. 맨하탄 거리의 회전 불변성의 부재는 공간 모형의 고질적인 문제를 해결해준다. 맨하탄 거리를 사용한 본 모형의 경우, 추정한 이상점들을 영점을 기준으로 회전시키면 우도함수도 따라서 변하게 되기 때문이다. 즉, MSS 방법은 NOMINATE나 IRT 방법의 경우처럼 추가적인 가정을 설정하지 않아도 모형을 식별(identify)할 수 있다.

44) Andrew Y. Ng, "Feature Selection, L1 vs. L2 Regularization, and Rotational Invariance," *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning*, ACM, 2004; Qifa Ke and Takeo Kanade, "Robust L1 Norm Factorization in the Presence of Outliers and Missing Data by Alternative Convex Programming," *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, IEEE, 2005; Charu C. Aggarwal, Alexander Hinneburg, and Daniel A. Keim, "On the Surprising Behavior of Distance Metrics in High Dimensional Space," *International Conference on Database Theory*, (Berlin: Springer, 2001).



[그림 3-1] 회전 불변성

위와 같은 두 가지 이유로 본 모형에서는 맨하탄 거리를 사용하여 효용함수를 구축한다. i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 반대했을 때 예상되는 효용도 이와 마찬가지로이다.

$$U_{ijn} = u_{ijn} + \epsilon_{ijn}$$

$$u_{ijn} = -\beta \sum_{k=1}^s w_k |x_{ik} - o_{njk}|$$

위의 모형을 바탕으로 i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 찬성할 확률을 구하면 다음과 같다.

$$P_{ijy} = \Pr(yea) = \Pr(U_{ijy} > U_{ijn})$$

$$= \Pr(u_{ijy} - u_{ijn} > \epsilon_{ijn} - \epsilon_{ijy})$$

$$= \Phi(u_{ijy} - u_{ijn})$$

i 번째 행위자가 j 번째 안건에 대해 반대할 확률도 마찬가지로이다.

$$\begin{aligned}
P_{ijn} &= \Pr(nay) = \Pr(U_{ijn} > U_{ijy}) \\
&= \Pr(u_{ijn} - u_{ijy} > \epsilon_{ijy} - \epsilon_{ijn}) \\
&= \Phi(u_{ijn} - u_{ijy}) \\
&= 1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}) \\
&= 1 - P_{ijy}
\end{aligned}$$

1부터 N까지의 모든 정치 행위자가 1부터 M까지의 투표에 부쳐진 모든 안건에 대하여 위와 같은 확률 모형에 따라 찬성 혹은 반대를 한다면, 이상점 추정을 위한 우도함수는 다음과 같다.

$$L = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^M \left\{ \Phi(u_{ijy} - u_{ijn})^{y_{ij}} \times (1 - \Phi(u_{ijy} - u_{ijn}))^{(1-y_{ij})} \right\}$$

MSS 방법의 경우에도 베이지안 관점의 알고리즘을 사용하기에, 사전확률(prior)을 위의 우도함수와 함께 고려한 사후분포를 추정하게 된다. 이때 β 나 w_k 에 대해서는 정보가 미비하다는 가정 하에(vague) 사전확률을 사용한다(단, $\sum_{k=1}^s w_k = 1$ 이라는 제약을 부여). 정치 행위자들의 이상점(x_i)과 안건의 찬반에 해당하는 이상점(o_{yj} , o_{nj})의 경우, scale과 addition에 의한 불변성을 기술적으로 해결하기 위하여 분산이 크지 않은 정규분포를 사전확률로 사용한다.⁴⁵⁾ NOMINATE의 경우 이러한 불변성을 해결하기 위하여 단위 공간에 위치하여야 한다는 제약을 가하게 되는데, 이것이 앞서 II의 2절 각주에서 언급한 “rim problem”을 일으키게 된다. MSS 방법의 경우 베이지안 접근의 사전확률을 사용하여 과하지 않은 제약을 사용하기에 rim problem에서도 자유로울 수 있다.

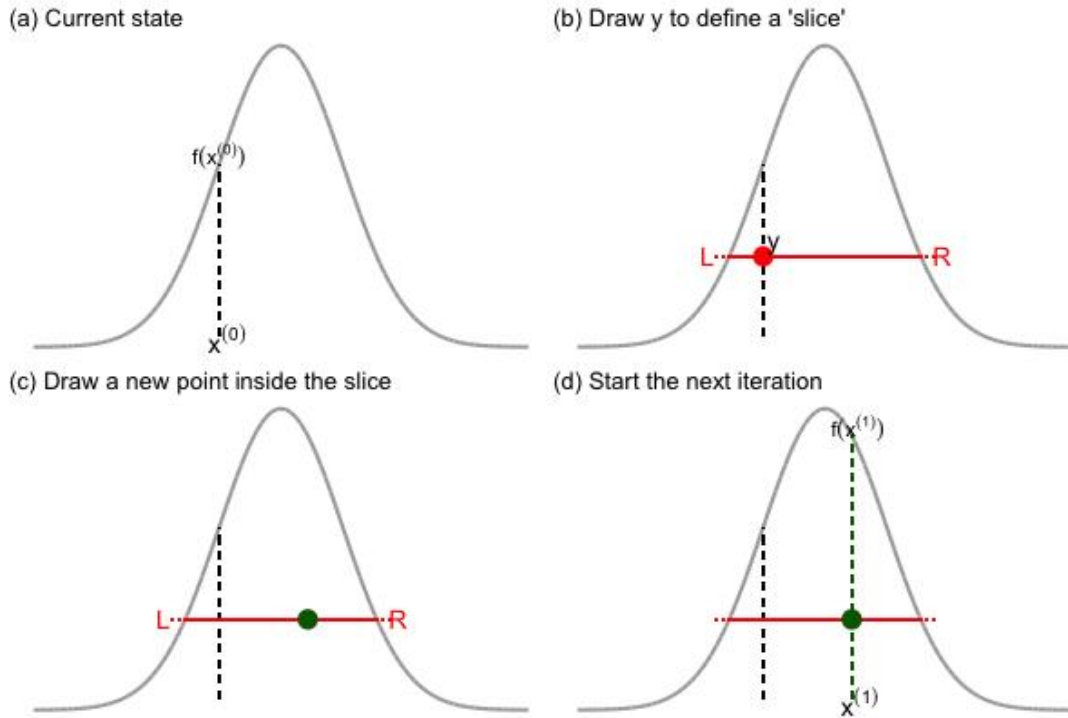
45) 앞서 언급한 바와 같이 정치학 연구에서 중요한 것은 이상점의 상대적 위치이므로 해당 사전확률은 문제의 소지가 없다.

2. 알고리즘

MSS 방법은 다차원 이상점 추론을 위한 알고리즘으로 초평면 사각형(hyper-rectangle)을 이용한 다변량 슬라이스 샘플링(multivariate slice sampling) 방법을 활용한다.⁴⁶⁾ 슬라이스 샘플링은 베이지안 접근을 통해 샘플을 추출하려는 완전조건부분포(full conditional distribution)의 식이 아무리 복잡하여도 쉽게 적용이 가능한 샘플링 방법이다. 특히, 다변량 슬라이스 샘플링의 경우 다차원의 파라미터들을 차원별로 분리하여 추출하는 것이 아니고 모든 차원을 한 번에 추출할 수 있기에, 각 차원들 사이에 상관관계가 존재하는 상황 속에서도 ergodic 체인이 발생할 수 있게 해준다.⁴⁷⁾ 이것은 이념 공간의 각 차원이 서로 상관관계가 존재할 가능성이 높은 공간 모형에서 매우 중요한 성질이라고 할 수 있다.

46) Radford M. Neal, "Slice Sampling," *Annals of Statistics*, Vol. 31, No. 3, pp. 705-741. 초평면 사각형 이외에 Gaussian crumbs을 활용한 적응형 슬라이스 샘플링(adaptive slice sampling)이나 타원형의 슬라이스 샘플링(elliptical slice sampling) 등 다양한 방법을 시도해 보았으나 시뮬레이션 테스트를 하였을 때에 위의 방법이 가장 효율적이고 정확하였다.

47) Carroll et al., 2013의 α -NOMINATE의 경우 변수들이 "거의 독립적인(almost independent)" 상황에서 선호되는 일변량의 슬라이스 샘플링을 사용하는 바이다.



[그림 3-2] 슬라이스 샘플링

구체적으로, 일변량의 경우 슬라이스 샘플링이 어떻게 작동하는지에 대해 위의 [그림 3-2]를 통해 확인해보자. 예컨대 그림에서 보이는 분포의 확률밀도함수($f(\cdot)$)를 알지만 정확한 형태를 알지 못한다고 가정하자. 그렇다면 이 분포를 추정할 수 있는 방법은, 식으로부터 샘플들(x)을 추출하여 이 분포를 근사하는 것이다. (a)는 슬라이스 샘플링을 통해 전 단계에서 추출된 현재 샘플의 값($x^{(0)}$)을 보여준다. 여기서 우리가 알고 있는 것은 $x^{(0)}$ 의 값과 $f(x^{(0)})$ 의 값뿐이다. 이제, (b)에서 가상의 슬라이스를 상상해보자. $[x^{(0)}, f(x^{(0)})]$ 의 구간에서 y 를 무작위로 추출하여 $x^{(0)}$ 로부터 y 만큼 수직으로 올라간 빨간 점($(x^{(0)}, y)$)을 기준으로 수평의 슬라이스(빨간 선)를 만들었다고 상상해보는 것이다. 그러나 우리는 이 슬라이스가 어디에서 시작되어 어디에서 끝나는지 그 구체적인 (벡터) 값은 알지 못한다. 다만, 우리가 알고 있는 정보는 이 슬라이스의 범위 안에는 빨간 점($(x^{(0)}, y)$)이 들어가 있다는 것, 그리고 이 슬라이스 안에

들어가는 또 다른 점이 있다면 그것을 식($f(\cdot)$)에 대입한 값은 y 보다 클 것이라는 점 정도이다. 따라서 우리는 $x^{(0)}$ 를 중심으로 그것보다 조금 작거나 큰 값을 $f(\cdot)$ 에 대입해 그것이 y 보다 작아질 때까지 범위를 넓혀가는 식으로 슬라이스의 시작과 끝을 가늠해볼 수 있다. (c)에서는 이렇게 가늠한 슬라이스의 시작((L, y))과 끝((R, y))을 이용하여 새로운 초록 점($(x^{(1)}, y)$)을 추출해보자. y 의 값은 이미 정해져 있으니 $x^{(1)}$ 만 $[L, R]$ 로부터 무작위로 추출하면 가능한 일이다. Neal이 증명한 바는, 이렇게 추출한 $x^{(1)}$ 이 우리가 근사하고자 하는 분포의 새로운 샘플로 여겨질 수 있다는 것이다. (d)에서와 같이 이 새로운 샘플($x^{(1)}$)을 현 상태로 하여 위와 같은 과정을 반복함으로써 분포에서 샘플들을 추출하는 것이 바로 일변량 슬라이스 샘플링이다.

일변량 슬라이스 샘플링은 변수들이 서로 거의 독립적일 때에 사용될 수 있다. 위의 과정을 t 번째 회기로 일반화하여 식으로 표현하면 다음과 같다⁴⁸⁾:

(i) $U(0, f(x^{(t)}))$ 로부터 y 를 추출하여 수평의 슬라이스 $S = \{s : y < f(x)\}$ 를 정의한다.

(ii) $x^{(t)}$ 주변에 위치한, 슬라이스의 전부 혹은 상당부분을 포괄하는 $I = (L, R)$ 의 구간을 찾는다.

(iii) 새로운 값 $x^{(t+1)}$ 을 추출한다.

$$(x^{(t+1)} \in A = \{x : x \in S \cap I \text{ and } P(\text{select } I | \text{At state } x) = P(\text{select } I | \text{At state } x^{(t)})\})$$

다변량 슬라이스 샘플링은 일변량 슬라이스 샘플링을 여러 개의 변수를 한 번에 업데이트하는 과정으로 일반화한 것이다. 다변량 슬라이스 샘플링은 공간 모형에서처럼 여러 차원이 서로 상관관계를 지니고 있을 때, 즉 변수 간의 독립성이 보장되지 않을 때에 선호되는 샘플링 방법이다. MSS 방법의 경우, 행위자 i 에 대하여 그의 이상점 벡터 (x_{i1}, \dots, x_{is}) 가 한 번에 추출되며, 안건 j 에 대한 찬반의 이상점 $(o_{yj1}, \dots, o_{yjs})$ 와 $(o_{nj1}, \dots, o_{njs})$ 도 마찬가지로이다. 기술(notation)의 편의를 위하여 $\mathbf{x} = (x_{i1}, \dots, x_{is})$ 이라는 변수가 업데이트되어야 할 현재 상태이고,

48) Neal, 2003, pp. 712-713.

$\mathbf{x}^{(t+1)}$ 이 t 번째 회기의 새로운 샘플이라고 하자. t 번째 회기는 다음과 같은 단계들로 구성된다⁴⁹⁾:

(i) $U(0, f(\mathbf{x}^{(t)}))$ 로부터 y 를 추출하여 수평의 슬라이스 $S = \{s : y < f(\mathbf{x})\}$ 를 정의한다.

(ii) $\mathbf{x}^{(t)}$ 주변에 위치한, 슬라이스의 전부 혹은 상당부분을 포괄하는 $H = (L_1, R_1) \times \dots \times (L_s, R_s)$ 의 구간을 찾는다.

(iii) 새로운 값 $\mathbf{x}^{(t+1)}$ 을 추출한다.

$(\mathbf{x}^{(t+1)}) \in A = \{\mathbf{x} : \mathbf{x} \in S \cap H \text{ and } P(\text{select } H | \text{At state } \mathbf{x}) = P(\text{select } H | \text{At state } \mathbf{x}^{(t)})\}$

이를 통해 정리한 MSS 방법의 알고리즘은 다음과 같다. 여기서 염두에 둘 점은 위의 (ii) 단계에 해당하는 슬라이스 구간 찾기의 경우 일변량 슬라이스 샘플링은 $\mathbf{x}^{(t)}$ 를 중심으로 값을 조금씩 움직이면서 구간을 추측하는 “stepping out” 혹은 “doubling”의 방법을 택하였으나, 다변량 슬라이스 샘플링은 해당 방법을 시행하기에 비효율적인 점이 있어 대략적으로 슬라이스의 크기를 추정하여 그 크기만한 평면을 무작위로 위치시키는 방법을 택하였다는 점이다.⁵⁰⁾ 이는 아래 알고리즘의 준비 단계 (2)에 해당한다. 또한, 반복 단계 (3)에서 보이듯이, 슬라이스 안의 값을 추출하는 것에 실패하였을 경우, 즉, 슬라이스 바깥의 값을 추출했을 경우에는 그 값을 이용하여 슬라이스의 예상범위를 줄여나가는 “shrinkage” 기법을 사용하였다.

49) Neal, 2003, p. 721.

50) Neal, 2003, p. 722.

초기 값을 설정한다.



t 번째 회기

입력: $f(x)$ = 완전조건부분포

$\mathbf{x}^{(t)}$ = 현재 상태

c = 슬라이스의 크기에 대한 추정치

출력: $\mathbf{x}^{(t+1)}$ = 새로운 값

준비 단계: (1) $y \leftarrow f(\mathbf{x}^{(t)}) - \text{rexp}(1)$

(2) $i = 1, \dots, s$ 에 대하여:

$$L_i \leftarrow x_i^{(t)} - c \times \text{runif}(0,1)$$

$$R_i \leftarrow L_i + c$$

반복 단계: (1) $i = 1, \dots, s$ 에 대하여:

$$x_i^{(t+1)} \leftarrow L_i + \text{runif}(0,1) \times (R_i - L_i)$$

(2) 만약 $y < f(\mathbf{x}_i^{(t+1)})$ 라면 단계 종료

(3) 아닐 시에는 $i = 1, \dots, s$ 에 대하여:

$$\text{만약 } x_i^{(t+1)} < x_i^{(t)} \text{라면 } L_i \leftarrow x_i^{(t+1)},$$

$$\text{아닐 시에는 } R_i \leftarrow x_i^{(t+1)}$$

(※ (2)에서 단계가 종료되기 이전까지 위의 (1)~(3)을 반복)

$t = 1, \dots, T$ 에 대하여 반복한다.



유효한 샘플들에 대하여 사후평균(posterior mean)을 구해 추정치로 삼는다.

[알고리즘 3-1] MSS 방법

3. 시뮬레이션을 통한 검증

본 절에서는 MSS 방법의 유효성을 검증하기 위하여 시뮬레이션을 통해 가상의 자료를 생성하고, MSS 방법으로 추정한 이상점이 실제 이상점과 얼마나 유사한지를 비교하고자 한다. 먼저, 시뮬레이션 테스트를 실행하기 위한 자료를 생성하는 과정(data generating process)은 다음과 같다.

첫째, 다변량 정규분포로부터 가상의 의원의 이상점을 추출한다. 여기서 강조될 점은, 모든 의원들이 이념 공간에 고르게 분포되어 있음을 가정하지 않고, 의원별로 그룹이 생성되어 있음을 가정하였다는 점이다. 이러한 가정을 설정한 이유는 현실 정치에서 각 차원에서의 이념적 성향의 조합이 몇 가지로 한정되어 있을 수 있기 때문이다. 예컨대, 여러 이슈가 상관관계를 지니거나, 선출된 의원의 다수가 특정한 조합의 이념적 성향(예: 경제보수+사회보수)을 가지고 있을 때, 혹은 정당에서 의도적으로 경쟁 정당과의 차별화를 위하여 전략적인 이념적 포지셔닝을 택하는 경우 이념 공간상에서 의원들 간의 그룹이 형성될 것이다. 이때 의원들 그룹의 수($\#g$)와 해당 그룹의 중간점(μ_g), 그리고 분산 정도(Σ_g)를 조정함으로써 다음과 같은 가상적 상황들을 설정하였다. (a) 초당적(non-partisanship) 의회, (b) 양당제, (c) 다당제가 바로 그것이다.

둘째, 안전에 찬성했을 때와 반대했을 때 예상되는 결과의 이상점의 각 좌표는 균일분포(uniform distribution)에서 추출한다. 이때 균일분포의 상한점과 하한점을 조정하여 의원들의 이상점의 최댓값과 최솟값에 어느 정도 상응하도록 하였다.

셋째, 이러한 의원들과 안전의 이상점을 바탕으로, i 번째 의원이 j 번째 안전에 대하여 찬성표를 던질 확률과 반대표를 던질 확률을 계산하였다. 그러한 다음 이 확률들을 바탕으로 역변환 샘플링(inverse transform sampling)을 활용하여 투표 자료를 무작위로 생성하였다.

이러한 자료 생성 과정을 식으로 나타내면 다음과 같다:

(i) 이상점 $x_{g[i]}$ 를 $MVN(\mu_{g[i]}, \Sigma_{g[i]})$ 로부터 추출한다. 여기서 $g[i]$ 는 의원

i 의 그룹을 나타내며($g[i] \in \{1, 2, \dots, \#g\}$), $\Sigma_{g[i]} = \begin{pmatrix} \sigma_{g[i]1}^2 & 0 \\ 0 & \sigma_{g[i]2}^2 \end{pmatrix}$ 이다.

(ii) 안건의 찬성과 반대의 이상점의 각 좌표 o_{yjk}, o_{njk} 를 $U(-\theta, \theta)$ 로부터 추출한다.

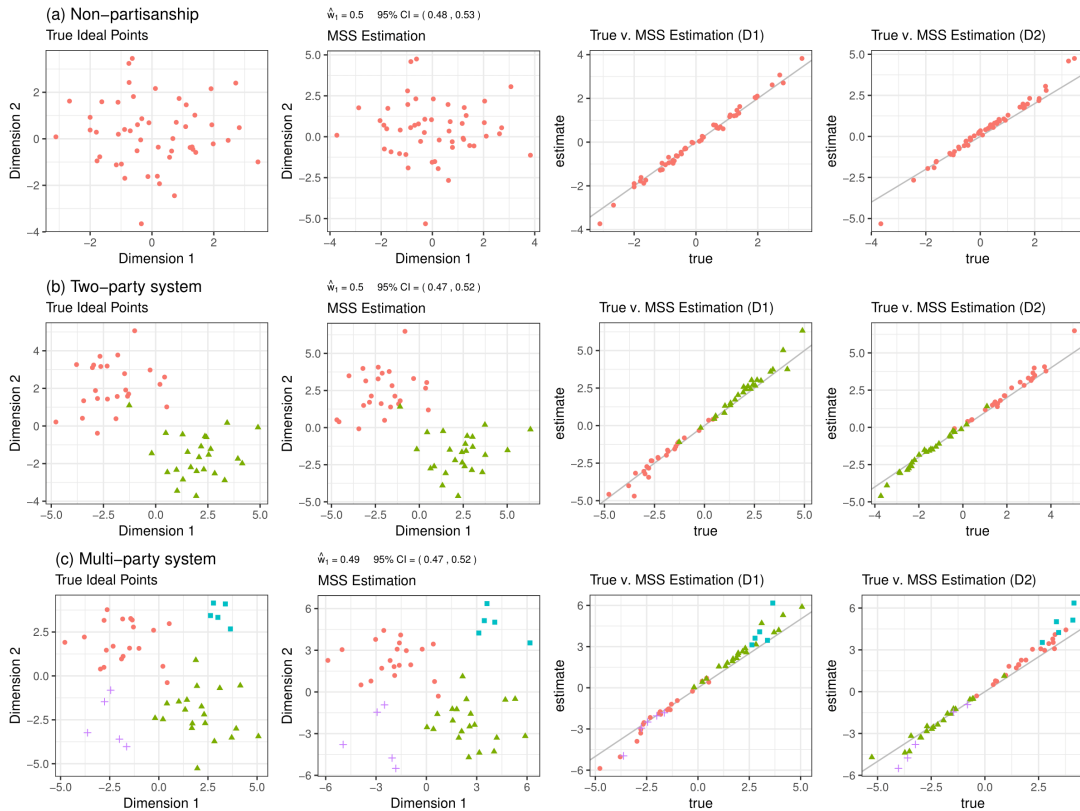
(iii) 모든 i 와 j 에 대하여 $\Pr(y_{ij} = 1)$ 을 구한다. 이때, w_1 과 w_2 의 값을 각 차원의 가중치로 설정하고 $\beta = 1$ 로 한다.

(iv) γ_{ij} 를 $U(0, 1)$ 로부터 추출한다. 만약, $\gamma_{ij} < \Pr(y_{ij} = 1)$ 라면 $y_{ij} = 1$ 로 하고, 아닐 시에는 $y_{ij} = 0$ 로 한다.

모든 시뮬레이션 상황에서 의원의 수는 50명, 투표에 부쳐진 안건의 수는 500건으로 설정하였다. 각 시뮬레이션의 샘플은 수렴 이전의 10,000번의 회기(burn-in)를 제외하고 남은 20,000번의 회기에서 10번째 값만을 택하였다(thinning). 그리고 이렇게 얻어진 사후분포의 샘플들은 수렴여부에 대한 진단들을 모두 통과하였다.⁵¹⁾

앞서 밝힌 바와 같이, 시뮬레이션을 위한 자료는 (a) **초당적 의회**, (b) **양당제**, 그리고 (c) **다당제**의 세 가지 상황을 설정하여 생성되었다. 먼저, 초당적 의회의 경우, 의원들의 그룹이 따로 존재하지 않으며 따라서 각 차원별 이상점 또한 상관관계가 존재하지 않는 상황을 뜻한다. 다음으로 양당제의 경우, 두 개의 정당이 경쟁하는 상황 속에서 소속 의원들이 서로 반대의 투표를 던지도록 당이 강하게 이끌고 있는 모습을 그렸다(예: 미국 상·하원 의회). 마지막으로, 다당제에서는 두 개의 경쟁하는 다수당이 존재하는 가운데 다른 두 개의 소수당이 이와 구분되는 이념적 조합을 지니고 있는 상황을 가정하였다(예: 유럽 국가의 의회). 본 연구는 이러한 세 가지의 상황과 더불어 각 차원별 가중치를 세 가지 경우로 다르게 설정하여(0.5:0.5, 0.7:0.3, 1:0) 총 7가지의 시뮬레이션 테스트를 진행하였다.

51) 자세한 내용은 부록을 참고 바람.



[그림 3-3] 시뮬레이션 결과1

위의 [그림 3-3]은 $w_1 : w_2 = 0.5 : 0.5$ 일 때의 시뮬레이션 결과이다.⁵²⁾ 즉, 의원들이 각 차원에 대하여 동일한 정도의 중요성을 부여하는 상황을 가정한 것이다. 이 그림에서 각 행은 (a) 초당적 의회와 (b) 양당제, (c) 다당제의 시뮬레이션 결과를 보여준다. 첫 번째와 두 번째 열에 해당하는 그림은 각각 signal-to-noise 비율과 이상점을 곱한 값들을 이념 공간에 위치시킨 것이다($\beta \mathbf{x}_i$ 와 $\hat{\beta} \hat{\mathbf{x}}_i$). 이상점에 비율을 반영한 값을 보고 하는 이유는 공간 모형의 핵심은 이상점과 그 값이 얼마만큼의 영향력을

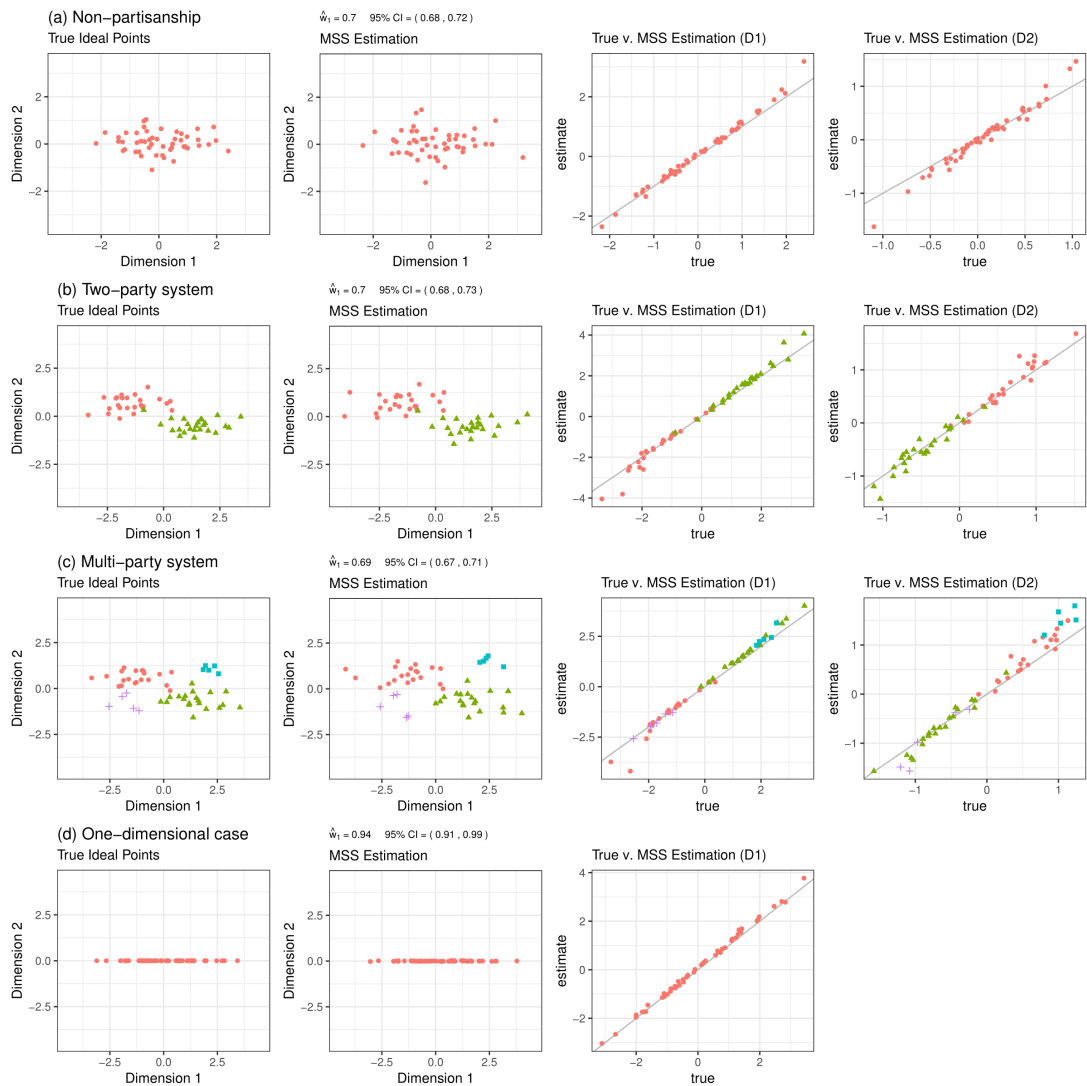
52) 만약, 각 차원의 좌표에 대하여 부호가 반대로 추정되었거나, 차원의 순서가 반대로 된 경우 비교의 편의를 위해 실제 자료에 맞게 변환해주었다(예: 모든 i 에 대하여 $(\hat{x}_{i1}, \hat{x}_{i2}) \rightarrow (\hat{x}_{i1}, -\hat{x}_{i2})$ 또는 $(\hat{x}_{i1}, \hat{x}_{i2}) \rightarrow (\hat{x}_{i2}, \hat{x}_{i1})$). 전체 좌표의 부호나 차원의 순서는 공간 모형에 있어서 무의미하기 때문이다.

지니는지에 있으며, 이 둘을 곱한 값에는 scale에 대한 추가적인 제약이 존재하지 않기 때문이다. 그리고 나머지 세 번째와 네 번째 열에 해당하는 그림은 각각 첫 번째 차원과 두 번째 차원의 (signal-to-noise 비율을 반영한) 실제 이상점의 값과 추정치들을 비교한 그래프이다. 이 그래프들의 경우, 점들이 사선($y=x$)에 가깝게 나열될수록 추정이 정확하게 이루어졌음을 뜻한다.

시뮬레이션 결과를 해석하면 다음과 같다. 첫째, 이상점에 대한 추정이 모든 상황에서 정확히 이루어졌다. (a) 초당적 의회와 (b) 양당제, (c) 다당제 각각에서 실제 이상점을 그린 첫 번째 그래프와 추정된 값을 그린 두 번째 그래프가 매우 유사함을 확인할 수 있다. 특히 세 번째와 네 번째 그래프에서 두 값을 비교하는 각 점들이 사선에 가깝게 나열된 것으로 보아 추정이 정확히 이루어졌음을 알 수 있다.

둘째, 각 차원이 상관관계가 존재하는 상황에서도 다차원 이상점의 추정이 정확히 이루어졌다. (b) 양당제 설정의 경우 각 차원의 상관관계가 존재한다고 가정하였다. 이때 MSS 추정치들이 앞서 논한 NOMINATE 추정치들과는 달리 실제 이상점을 잘 복구해내고(recover) 있다는 것을 확인할 수 있다. 즉, 회전 불변성에서 자유로운 까닭에 별다른 가정의 추가 없이도 차원을 잘 추정하고 있는 것이다.

셋째, 차원의 가중치 또한 정확히 추정되었다. [그림 3-4]의 각 줄을 보면 첫 번째 차원의 가중치에 대한 추정치와 그것의 95% 신뢰구간(credible interval)을 확인할 수 있다. 이때 추정치들(\hat{w}_1)이 (a) 0.5, (b) 0.5, (c) 0.49로 나타나 실제 가중치인 0.5와 동일하거나 매우 유사한 값을 가진다. 더불어 95% 신뢰구간도 (a) (0.48, 0.53), (b) (0.47, 0.52), (c) (0.47, 0.52)로 형성되어 매우 안정적인 추정치임을 알 수 있다.



[그림 3-4] 시뮬레이션 결과2

위의 [그림 3-4]에서 (a)부터 (c)까지는 $w_1 : w_2 = 0.7 : 0.3$ 일 때의 시뮬레이션 결과이며, 마지막 (d)는 $w_1 : w_2 = 1 : 0$, 즉 1차원 이념 공간의 시뮬레이션 결과이다. 즉, 앞의 세 가지 경우는 의원들이 첫 번째 차원에 대해 두 번째 차원보다 큰 중요도를 부여한 상황이고, 마지막의 경우 의원들이 투표에 있어 하나의 차원만을 고려한 상황임을 의미한다. 이 그림에서도 역시 2차원의 이념 공간에서 (a) 초당적 의회와 (b) 양당제,

(c) 다당제의 상황을 달리하여 시뮬레이션을 시행하였다. 첫 번째와 두 번째 열에 해당하는 그림은 각각 signal-to-noise 비율과 이상점, 그리고 각 차원의 가중치를 곱한 값들을 이념 공간에 위치시킨 것이다($w_i\beta x_i$ 와 $\hat{w}_i\hat{\beta}\hat{x}_i$). 이상점과 signal-to-noise 비율을 곱한 값에 가중치를 반영한 이유는 앞선 [그림 3-3]과 달리 이번 시뮬레이션은 각 차원의 가중치가 다르게 설정되었음을 강조하기 위해서이다. 그리고 나머지 세 번째와 네 번째 열에 해당하는 그림은 각각 첫 번째 차원과 두 번째 차원의 (signal-to-noise 비율과 차원별 가중치를 반영한) 실제 이상점의 값과 추정치들을 비교한 그래프이다. 앞서서와 마찬가지로 이 그래프들의 경우에도, 점들이 사선($y=x$)에 가깝게 나열될수록 추정이 정확하게 이루어졌음을 뜻한다.

시뮬레이션 결과를 해석하면 다음과 같다. 첫째, 각 차원의 가중치가 다른 상황 속에서, 특히 차원들 간의 상관관계까지 존재하는 (b) 양당제의 상황 속에서도 다차원 이상점의 추정이 모두 정확히 이루어졌다. (a)부터 (d)까지 실제 이상점을 그린 첫 번째 그래프와 추정된 값을 그린 두 번째 그래프가 매우 유사하며, 세 번째와 네 번째 그래프에서 두 값을 비교하는 각 점들이 사선에 가깝게 나열된 것으로 보아 이를 확인할 수 있다.

둘째, 차원의 가중치 또한 정확히 추정되었다. [그림 3-4]의 각 줄을 보면 첫 번째 차원의 가중치에 대한 추정치와 그것의 95% 신뢰구간 (credible interval)을 확인할 수 있다. 이때 추정치들(\hat{w}_1)이 (a) 0.7, (b) 0.7, (c) 0.69로 나타나 실제 가중치인 0.7과 동일하거나 매우 유사한 값을 가진다. 더불어 95% 신뢰구간도 (a) (0.68, 0.72), (b) (0.68, 0.73), (c) (0.67, 0.71)로 형성되어 매우 안정적인 추정치임을 알 수 있다.

셋째, 가중치를 통하여 차원의 개수 또한 추정이 가능하다. (d)의 1차원 이념 공간의 경우, 애초에 MSS 추정을 시도할 때에 2개의 차원이 존재한다고 가정하고 2차원 공간에서의 이상점을 추정하는 불리한 상황이었다. 그럼에도 불구하고 MSS 방법은 차원의 가중치를 추정하여 2차원의 이념 공간 속에서 실제 이상점들은 1차원으로 형성되어 있음

($\hat{w}_1=0.94$, 95% 신뢰구간은 (0.91, 0.99))을 정확히 추론한 바이다. 앞선 이상점 추론 방법들의 경우 차원의 개수를 추정하는 뚜렷한 방법을 제시하지 못하였다는 점을 고려하였을 때 이는 매우 큰 성과임을 알 수 있다.

이상의 내용을 바탕으로 MSS 방법이 가지는 의의를 정리하면 다음과 같다. 첫째, MSS 방법은 회전 불변성의 문제에서 자유롭기에 추가적인 가정 없이도 이상점과 차원을 정확히 추정할 수 있다. NOMINATE나 IRT의 경우 기술적 편의를 위하여 유클리디언 거리를 효용함수에 사용함으로써 회전 불변성의 문제가 초래되었고, 결국 정치 현실에 맞지 않는 추가적인 가정이 요구되었다. 반면, MSS 방법은 심리학에서의 이론적 근거를 바탕으로 맨하탄 거리를 효용함수에 사용하였고, 그로써 회전 불변성의 문제를 겪지 않게 되었다.

둘째, 각 차원의 이상점 분포가 서로 상관성을 지니더라도 적용 가능하다. 앞서 논의한 회전 불변성의 문제로 인하여 NOMINATE의 경우 각 차원의 독립성을 전제하고 있는 바이다. 그러나 실제 이념 공간에서 투표를 결정짓는 차원내지는 균열이 서로 독립적이라는 가정은 각 차원의 해석을 어렵게 만들곤 한다. MSS 방법의 경우, 이러한 추가적인 가정이 요구되지 않기에 차원간의 상관관계가 존재하는 상황 속에서도 추정이 정확히 이루어진다.

셋째, 차원의 개수 및 각 차원의 가중치를 쉽게 추정할 수 있다. W-NOMINATE의 경우 차원의 가중치가 추정되기는 하나 앞에서 설명한 문제로 인해 여전히 해석에 제약이 존재한다. IRT의 경우에는 애초에 차원의 가중치에 대한 파라미터가 별도로 존재하지 않으며, 추정이 끝난 이후 사후적인 처리를 통해 차원을 규명할 수는 있으나 이 또한 해당 차원이 무엇인지 사전에 미리 정확히 알고 있어야 한다는 아이러니가 존재한다. 반면 MSS 방법의 경우, 1차원의 자료를 2차원의 이념 공간을 가정한 채로 시뮬레이션을 시도하여도 1차원의 이상점을 복구해 낼만큼 차원의 개수와 가중치에 대한 추론이 정확하다. 즉, MSS 방법은 이념 공간에서 몇 개의 정치적 균열이 존재하는지를 규명할 수 있다는 것이

다. 이어지는 장에서는 MSS 방법을 통해 유엔총회에서 어떠한 정치적 균열이 존재하는지를 분석하고자 한다.

IV. 유엔총회 투표 분석

1. 기존 논의

국제정치를 국가 행위자 중심으로 분석하는 시각에서 국가의 선호는 매우 중요한 개념이다. 국가의 선호란 고도로 추상적이고 다면적인 개념이기에 어느 하나로 정의내리기 어렵지만, 특정 맥락에서 국가가 어떠한 선택을 하는지에 따라 그 국가의 현시선호(revealed preference)를 관측하는 것이 가능하다. 그러한 국가의 현시선호가 가장 잘 드러나는 정치적 무대(arena)가 바로 유엔총회이다. 여러 국가를 대표하는 이들이 한 자리에 모여 국제적인 사안에 대해 토론하고 투표로서 합의를 보는 유엔총회야말로 국가들의 선호가 가장 첨예하게 드러나고 충돌하는 장이기 때문이다.

유엔총회의 투표 자료를 바탕으로 국가의 선호를 추론하는 연구들은 꾸준히 존재하여 왔다.⁵³⁾ 이 연구들은 국가의 현시선호를 토대로 투

53) 예: Margaret M. Ball, "Bloc Voting in the General Assembly," *International Organization*, Vol. 5, No. 1 (February 1951), pp. 3-31; Arend Lijphart, "The Analysis of Bloc Voting in the General Assembly: A Critique and a Proposal," *American Political Science Review*, Vol. 57, No. 4 (December 1963), pp. 902-917; Hayward R. Alker, "Dimensions of Conflict in the General Assembly," *American Political Science Review*, Vol. 58, No. 3 (September 1964), pp. 642-657; Bruce M. Russett, "Discovering Voting Groups in the United Nations," *American Political Science Review*, Vol. 60, No. 2 (June 1966), pp. 327-339; Richard Vengroff, "Instability and Foreign Policy Behavior: Black Africa in the UN," *American Journal of Political Science*, Vol. 20, No. 3 (August, 1976), pp. 425-438; Bruce E. Moon, "Consensus of Compliance? Foreign-Policy Change and External Dependence," *International Organization*, Vol. 39, No. 2 (Spring, 1985), pp. 297-329; Michael A. Bailey, Anton Strezhnev, and Erik Voeten, "Estimating Dynamic State Preferences from United Nations

표 블록(voting bloc) 또는 이상점(ideal point)을 추정하여 이들을 가로 지르는 균열(cleavage)이 무엇인지를 규명하는 것에 초점을 맞추었다. 나아가 다양한 주제의 연구들에서 국가의 선호를 지표화하여 모형의 독립 변수 및 종속변수로 활용하기도 하였다.⁵⁴⁾

탈냉전 시기 유엔총회 투표행태에서 드러난 균열을 해석하는 것에 있어 두 가지의 다른 시각이 충돌해왔다. 첫 번째는, 남북의 균열(North-South division)을 강조한 시각이고, 두 번째는 서구 대 비서구의 문명 충돌을 강조한 시각이다.⁵⁵⁾ 대표적인 두 연구를 요약하면 아래의 [표 4-1]과 같다.

Voting Data,” *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 61, No. 2 (2017), pp. 430-456.

54) 독립변수의 경우: Kevin J. Sweeney, “The Severity of Interstate Disputes: Are Dyadic Capability Preponderances Really More Pacific?,” *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 46, No. 6 (December 2003), pp. 728-750; Barbara Koremenos, “Contracting Around International Uncertainty,” *American Political Science Review*, Vol. 99, No. 4 (November 2005), pp. 549-565; Axel Dreher and Nathan M. Jensen, “Independent Actor or Agent? An Empirical Analysis of the Impact of U.S. Interests on International Monetary Fund Conditions,” *Journal of Law & Economics*, Vol. 50, No. 1 (February 2007), pp. 105-124.

종속변수의 경우: 조동준, “국제연합총회에서 미국의 영향력 분석,” 『한국정치학회보』, 제38권, 2호, pp. 327-353; David H. Bearce and Stacy Bondanella, “Intergovernmental Organizations, Socialization, and Member-state Interest Convergence,” *International Organization*, Vol. 61, No. 4 (Autumn 2007), pp. 703-733; Axel Dreher and Nathan M. Jensen, “Country or Leader? Political Change and UN General Assembly Voting,” *Journal of Political Economy*, Vol. 29, (2013), pp. 183-196.

55) Kim and Russett, 1996과 Voeten, 2000.

	남북문제 (Kim and Russett 1996)	문명의 충돌 (Voeten 2000) ⁵⁶⁾
자료	1991~1993년의 유엔총회 투표	1946~1996년의 유엔총회 투표
분석 방법	회전 요인분석	2차원 NOMINATE
냉전 이후 투표행태	가장 주요한 요인은 자결권과 군축. 가장 주요한 대립은 North—South.	가장 주요한 차원은 Western—Non-western.
한계점	분석 기간이 짧고 모형이 투표행태 분석에 최적화되어있지 않음.	차원의 수와 중요도를 자의적인 기준으로 판단함.

[표 4-1] 유엔총회 선행연구

Kim과 Russett은 냉전 이후 유엔총회에 있어 남북의 균열을 강조한 반면, Voeten은 서구-비서구간 문명의 충돌을 강조한다. 먼저, Kim과 Russett이 1991년부터 1993년까지의 투표 자료를 분석한 결과, 탈냉전기 국가들의 선호가 총 세 가지의 요인으로 설명된다고 본다. 그것은 (1) 자결권과 군축, (2) 정치적 권리, (3) 중동 요인으로, 첫 번째 요인이 다른 요인들에 비해 압도적인 영향을 미치고 있다고 추정한다. 이를 바탕으로 두 저자는 신식민주의(neocolonialism)를 둘러싼 갈등이 냉전시대를 지배하던 동서의 이념적 갈등을 대체하며 유엔총회의 주요 균열로 자리 잡았다고 해석한다.

Voeten은 이와 대조적으로 개발도상국들이 자신들의 미약한 경제력으로 말미암아 선진국들과 반대되는 표를 던진다는 구조주의자들의 가

56) Voeten은 Huntington이 말하는 문명의 충돌에서 두 가지 테제를 구분 짓고 있다. 첫째는 서구와 비서구 문명의 충돌이고, 둘째는 여러 문명 간의 문화적 차이로 인해 발생하는 문명'들'의 충돌이다. Voeten의 연구는 첫 번째 테제를 적극적으로 차용하고 있으며, 두 번째 테제에 대해서는 유보적인 평가를 보인다. 본 논문에서 언급하는 문명의 충돌은 Voeten의 입장에 부합하는 첫 번째 테제를 일컫는다. Samuel P. Huntington, *The Clash of Civilizations and The Remaking of World Order*, (New York: Simon and Schuster, 1996)

설을 반박한다. 그는 탈냉전 시기에 중국이나 인도와 같은 부상국과 이라크, 이란, 리비아와 북한 등 미국 중심의 자유주의 질서를 위협하는 국가들이 반패권주의적인 투표 블록을 형성하고 있다는 점을 강조한다. 즉, 냉전 시대를 지배하던 동서 갈등과 남북의 균열이라는 두 축이 서구 대비서구의 균열이라는 하나의 축으로 전환되었다는 것이 그의 핵심 주장이다.

이러한 해석의 차이를 가져온 근본적인 원인은 바로 서로 다른 분석 방법에 있다. 두 논문에서 적용한 분석 방법 자체의 우열을 가리기는 어려우나, 다만 후자에서 사용한 NOMINATE가 입법기관 내에서 투표가 이루어지는 맥락을 반영한 공간 모형이라는 점을 염두에 둘 필요가 있다. 즉, Kim과 Russett은 이상점 추론에 대하여 자료 중심의 접근을 택한 반면, Voeten은 이론 중심의 접근을 택한 것이다. 그러나 이 두 가지 방법을 포함하여 다차원 이상점을 추론하는 기존의 방법들은 국가의 선호를 결정 짓는 요인 내지는 차원에 대한 엄밀한 재구성이 불가능하다. 요인분석에서 가정하는 직교성이나 NOMINATE의 추정 방식이 각 균열 간의 상관관계가 존재할 가능성을 제약하기 때문이다.⁵⁷⁾ 예컨대, 냉전 이후 서구권에 해당하는 국가일수록 남북문제에서 선진국으로 분류될 가능성이 높다면, 앞선 방법들은 문명의 충돌과 남북문제라는 두 균열을 구분하여 추정할 수 없다. 이러한 모순을 타개하기 위하여 본 연구는 MSS 방법을 통한 새로운 분석을 시도한다.

본 연구는 냉전 이후 유엔총회에서는 문명의 충돌과 남북문제 중 어느 균열이 지배적이라고 할 수 있는지에 대해 검증하는 것을 목표로 한다. 본 연구가 선행연구들과 차별화되는 지점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 국가의 이상점을 다차원의 공간에 투영하여 각 차원의 중요도를 추정한다. 둘째, 이 때 각 차원의 균열 사이에 상관관계가 존재할 가능성을 열어둠으로써 정치현실을 유연하게 반영할 수 있다. 셋째, 1946년부터 1996년까지의 방대한 투표 자료를 사용하여 시대에 따른 변화를 함께 살

57) 첫 번째 차원이 가장 큰 분산을 설명하도록 하고 나머지 차원들은 차례대로 남겨진 작은 차이들만을 설명하도록 하는 추정방식은 사실상 요인분석의 직교성과 동일한 효과를 지닌다.

펴본다. 본 연구에서 추정된 국가의 이상점은 추후 다양한 연구주제의 변수로 사용될 수 있을 것이며, 새로이 제안한 모델을 다른 입법기구에도 응용할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 분석 자료

본 연구에서는 Voeten의 유엔총회 호명투표 자료를 이용한다.⁵⁸⁾ 자료는 1946년부터 1996년까지의 정기회의를 다루고 있고, 각 안건들에 대한 회원국의 투표와 해당 안건에 대한 간략한 기술 등으로 이루어져 있다. 특히 본 자료는 모든 안건들을 총 6개의 이슈(중동, 핵무기, 군축, 식민주의, 인권, 경제발전)로 분류한다는 특징이 있다. 각 안건은 내용에 따라 6개의 이슈 중 아무것에도 해당하지 않을 수도 있고, 2개 이상의 이슈로 분류될 수도 있다(non-exclusive).

58) Erik Voeten, 2013.

Member States

	ccode	country	cname
1	2	USA	United States of America
2	20	CAN	Canada
3	31	BHS	Bahamas
4	40	CUB	Cuba
5	41	HTI	Haiti
6	42	DOM	Dominican Republic
7	51	JAM	Jamaica
8	52	TTO	Trinidad and Tobago
9	53	BRB	Barbados
10	54	DMA	Dominica
...

[그림 4-1] 자료 예시1

Bills

rcid	abstain	yes	no	date	unres	amend	para	short	descr	me	nu	di	hr	co	ec	session	year
1	3	4	29	18	1946-01-01	R/1/66	1	0	AMENDME TO ADOPT A CUBAN AM	0	0	0	0	0	0	1	1946
2	4	8	9	34	1946-01-02	R/1/79	0	0	SECURITY TO ADOPT A USSR PRO	0	0	0	0	0	0	1	1946
3	5	1	28	22	1946-01-04	R/1/98	0	0	VOTING P TO ADOPT THE KOREAN	0	0	0	0	0	0	1	1946
4	6	10	12	27	1946-01-04	R/1/107	0	0	DECLARA TO ADOPT A CUBAN PR	0	0	0	1	0	0	1	1946
5	7	0	25	18	1946-01-02	R/1/295	1	0	GENERAL TO ADOPT A 6TH COMM	0	0	0	0	0	0	1	1946
6	8	2	38	1	1946-01-05	R/1/297	1	0	ECOSOC I TO ADOPT A SECOND 6	0	0	0	0	0	1	1	1946
7	9	2	45	0	1946-02-05	R/1/329	0	0	POST-WAR TO OPEN THE DISCUSSI	0	0	0	0	0	0	1	1946
8	10	0	46	2	1946-02-05	R/1/361	1	1	U.N. MEM TO ADOPT GENERAL CC	0	0	0	0	0	0	1	1946
9	11	0	41	0	1946-02-05	R/1/376	0	0	TRUSTEES TO ADOPT DRAFT RESC	0	0	0	0	1	1	1	1946
10	12	3	21	22	1946-02-06	R/1/394	1	1	COUNCIL TO ADOPT PARAGRAPH	0	0	0	0	0	0	1	1946
...

[그림 4-2] 자료 예시2

Votes

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	...
2	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	...
20	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	...
31	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	...
40	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	...
41	1	3	3	8	1	8	1	1	8	8	...
42	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	...
51	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	...
52	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	...
53	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	...
54	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	...
...

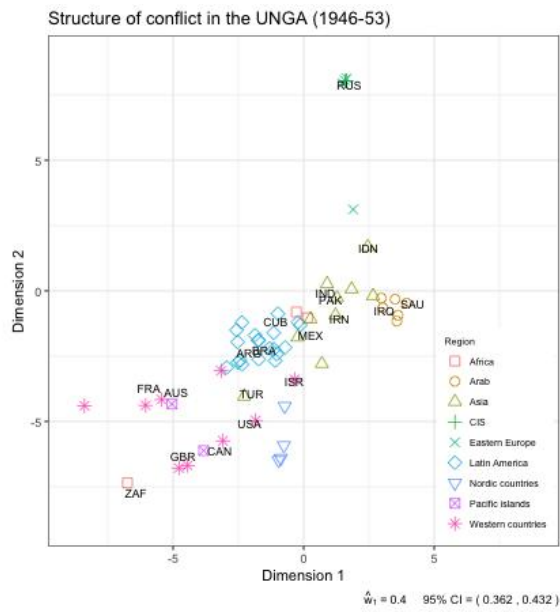
[그림 4-3] 자료 예시3

유엔총회의 호명투표는 회원국의 요청 하에 시행되며, 각 회원국은 찬성(yea)과 반대(nay) 또는 기권(abstain) 중의 하나를 선택할 수 있다. 본 연구는 Voeten의 선행연구와 동일하게 기권표를 반대표로 분류한다. 유엔총회에서 기권표는 반대표를 던지는 것과 마찬가지로 각 국가가 해당 의안에 대하여 불응의 의사를 표시한 것으로 해석될 여지가 있기 때문이다. 또한 기존 연구와의 비교를 용이하게 하기 위하여 분석 기간을 다음과 같이 나누고자 한다: (1) 냉전기 I (1946~1953년, 402건의 투표) (2) 냉전기 II (1954~1969년, 761건) (3) 데탕트와 레이건 공세(1970~1988년, 2272건) (4) 탈냉전기 I (1991~1993년, 214건) (5) 탈냉전기 II (1994~1996년, 223건).⁵⁹⁾

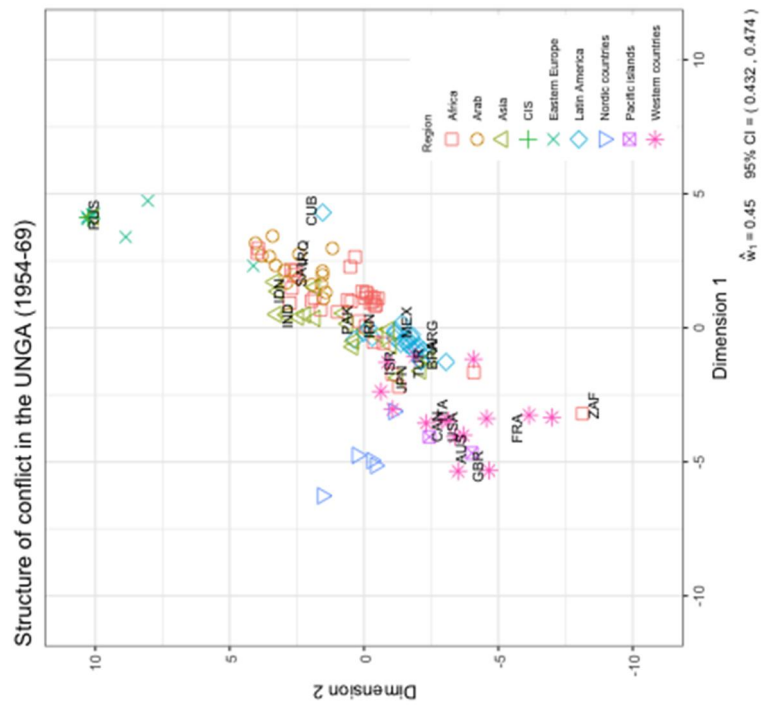
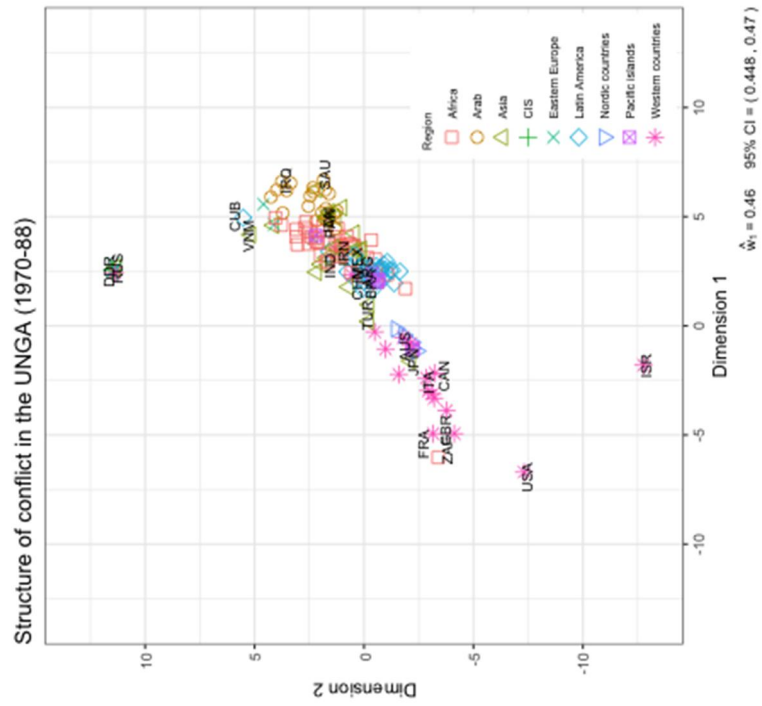
59) 냉전기를 두 시기로 분류한 이유는, (2) 시기에 회원국 숫자가 급증하였기 때문이다. 탈냉전기를 두 시기로 분류한 이유는, (4) 시기를 분석한 Kim과 Russet의 연구와 (4)와 (5) 시기를 분석한 Voeten의 연구 결과와의 비교를 위해서이다.

3. 분석 결과

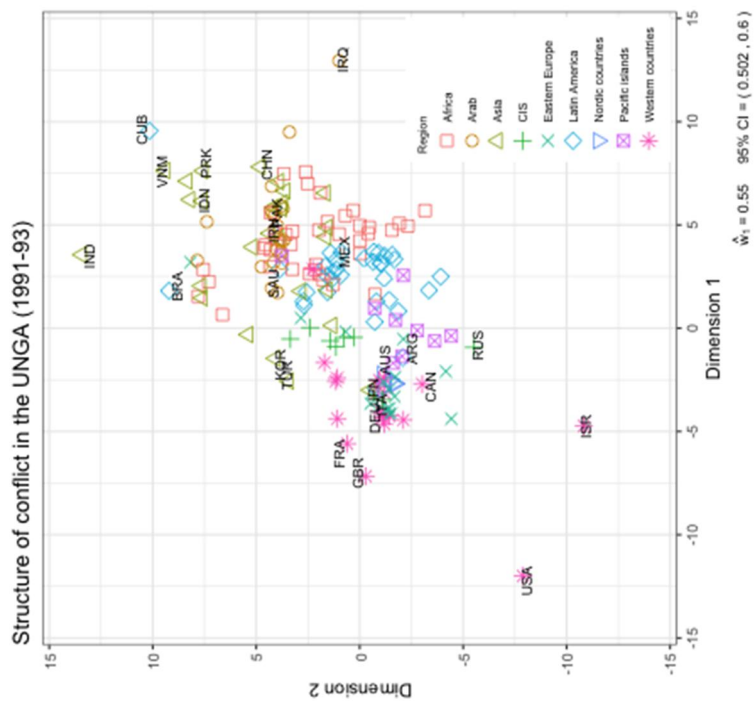
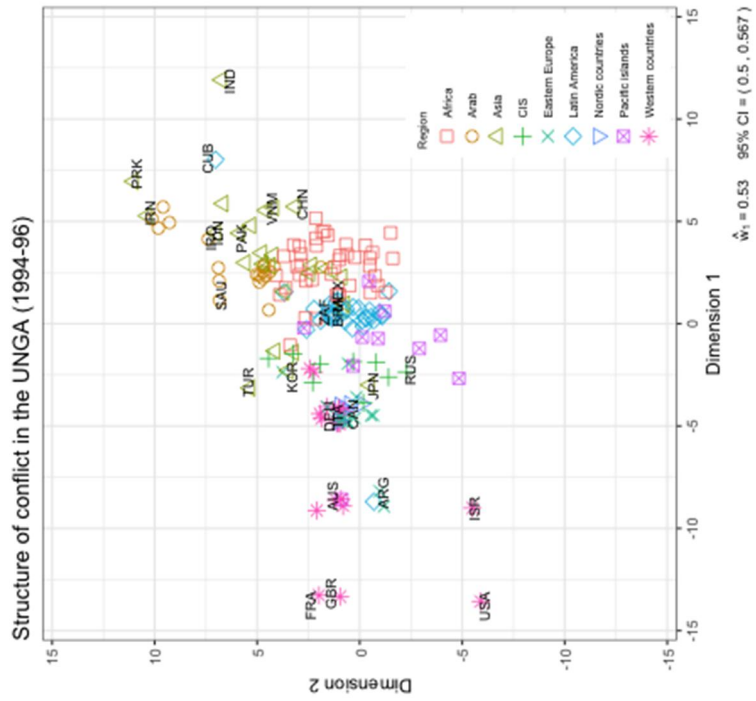
유엔총회 투표 자료를 이용하여 MSS 방법을 통해 회원국의 이상점을 추정한 결과는 위와 같다. 각 그래프의 X축은 첫 번째 차원을, Y축은 두 번째 차원을 나타내며, 회원국의 이상점을 지역 별로 표시하였다.



[그림 4-4] MSS 결과1



[그림 4-5] MSS 결과2

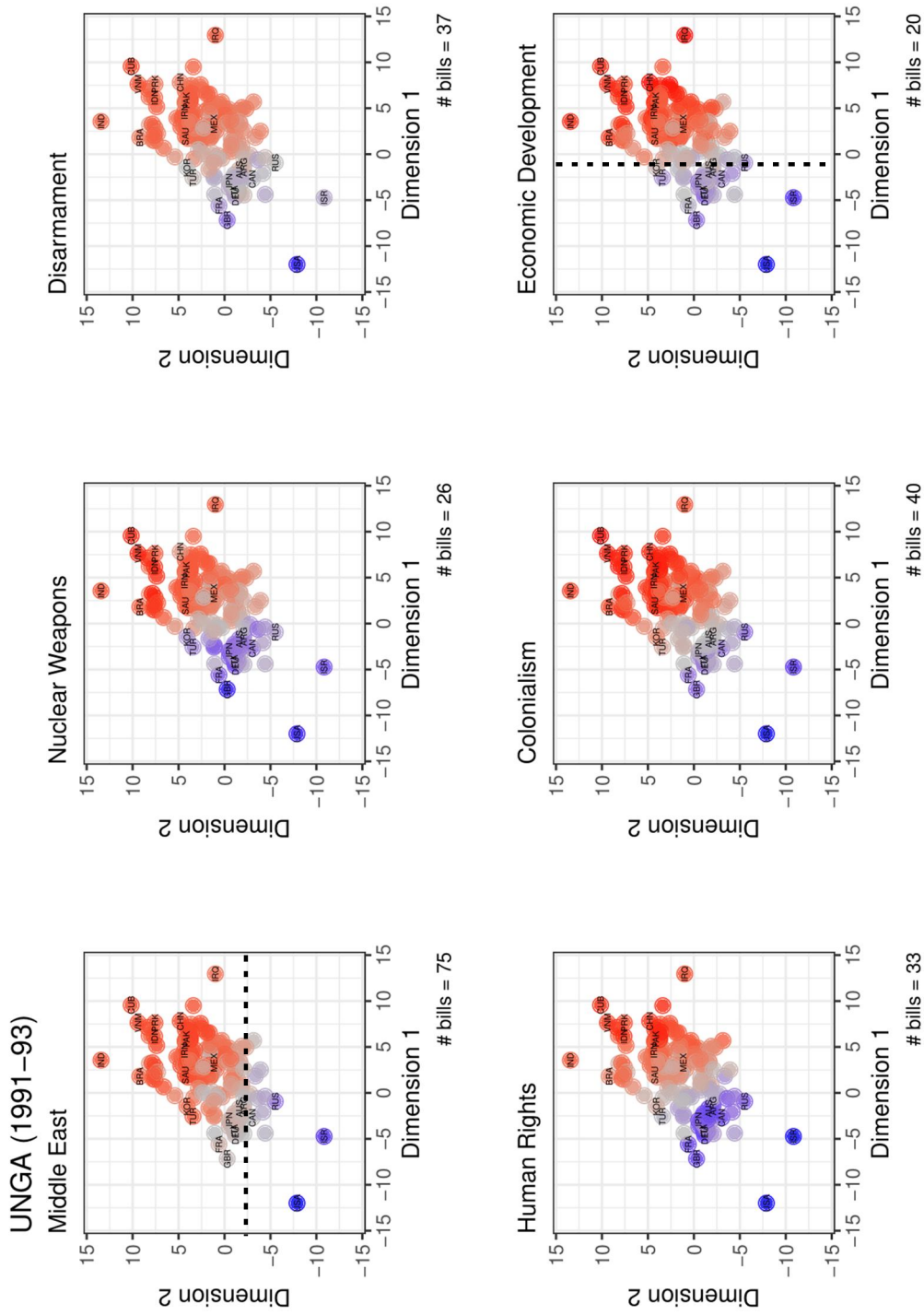


[그림 4-6] MSS 결과3

위의 분석 결과는 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, Voeten의 주장과는 달리, 탈냉전기 유엔총회의 이념 공간은 다차원으로 이루어졌다.⁶⁰⁾ 앞서 밝힌 바와 같이, Voeten은 그의 연구에서 탈냉전 시기 유엔총회를 지배하던 균열은 서구 대 비서구의 갈등이라고 해석하였다. 그러나, MSS 방법을 통해 분석한 (4) 탈냉전기 I (1991년~1993년)의 결과가 보여주듯이 회원국들의 이상점은 1차원의 공간으로 모두 설명될 수 없다. 만약, 실제 이상점이 하나의 차원으로만 이루어져 있다면 두 차원 중 하나의 가중치가 0에 가까워야 한다. 그러나, 분석 결과를 보면 $(\hat{w}_1, \hat{w}_2) = (0.55, 0.45)$ 로 다차원의 이념 공간이 구축되어 있음을 확인할 수 있다.

둘째, 탈냉전기 유엔총회의 이념 공간에는 남북과 서구 대 비서구의 두 균열이 공존하였다. (4) 탈냉전기 I (1991년~1993년)의 결과를 보면, 서구 국가들이 좌측 하단에 위치한 것을 볼 수 있다. 반면 아프리카 대륙의 국가들은 오른쪽에 위치하고 있고, 아시아 국가들은 상단에 위치하고 있다. 이러한 국가들의 위치를 통하여 첫 번째 차원을 남북문제로, 두 번째 차원을 서구 대 비서구의 갈등으로 해석할 수 있다. 아래 [그림 4-7]도 이와 같은 해석을 지지하고 있다. 본 그림은 각 이슈별로 어느 국가가 가장 미국과 동일한 투표를 많이 던졌는가를 지표화하여 색깔로 나타낸 것이다. 그림을 보았을 때 중동과 관련된 이슈는 수평으로 지표가 나뉘는 반면, 식민주의나 경제 개발과 관련된 이슈는 수직으로 지표가 나뉘는 것을 알 수 있다. 즉, 첫 번째 차원은 중동과, 두 번째 차원은 경제 개발과 관련된 균열을 내포하고 있음을 추론할 수 있는 것이다. 이러한 결과는 Kim과 Russett의 남북문제 우세론과 Voeten의 서구 대 비서구 갈등 우세론을 모두 반박한다고 할 수 있다.

60) Voeten, 2000, p.213.



[그림 4-7] 유엔총회 투표 분석

셋째, 미국은 냉전기 이후 유엔총회에서 “lonely power”로 자리매김하게 되었다. Voeten은 외로운 강대국으로서의 미국을 유엔총회 투표자료와 1차원의 multilevel IRT 방법으로 증명해 보인바 있다. MSS 방법은 이와 같은 주장을 다차원 이상점 추론을 통하여 강화하였다. 냉전기Ⅱ(1954~1969년)에 이념 공간의 중심에 위치하였던 미국이 냉전이 끝난 이후 좌측 하단의 극단에 위치하고 있는 점이 이를 뒷받침하기 때문이다. 이는 NOMINATE 방법의 추정치와 비교하였을 때에도 두드러지는 결과이다. NOMINATE 방법은 앞서 언급한 rim problem으로 인해 극단적인 정치 행위자의 이상점을 분석하는 데에 취약한 바이다.

V. 결론

본 연구에서는 기존의 다차원 이상점 추론 방법들이 가진 문제를 분석하고 이를 대체할 새로운 방법으로 MSS 방법을 제시한다. NOMINATE와 IRT 방법, 그리고 본 연구의 MSS 방법을 비교한 결과는 다음과 같다.

		NOMINATE	IRT	MSS
모형	효용함수	가우시안	이차형	선형
	거리 측정법	유클리디언	유클리디언	맨하탄
	차원별 가중치	있음	없음	있음
알고리즘		BHHH 알고리즘	깁스 샘플링	다변량 슬라이스 샘플링
회전 불변성	문제	있음	있음	없음
	추가적인 가정	차원의 독립성	행위자 고정	없음
차원의 개수		추정불가	추정불가	추정가능

[표 5-1] 요약

기존의 다차원 이상점 추론 방법의 경우, 정치 행위자가 이념 공간 상에서 자신의 이상점과 안건에 찬성 혹은 반대했을 때의 결과에 대응하는 이상점 사이의 유사성을 측정하는 방식을 유클리디언 거리로 가정하였다. 그러나, 유클리디언 거리를 사용한 모형은 회전 불변성의 문제를 겪게 되고, 이는 곧 다차원 모형 식별이 불가능함을 의미한다. NOMINATE와 IRT 방법은 이러한 문제를 해결하기 위해서 모형에 특정한 가정을 추가하였으나, 이러한 가정은 정치 현실과는 맞지 않는 무

리한 내용을 담고 있다. 보다 구체적으로, NOMINATE의 경우 각 차원이 서로 상관관계를 지니고 있지 않아야한다는 제약 조건이 부과되며, IRT의 경우 일부 정치 행위자의 이상점을 연구자가 자의적으로 고정시켜야 하는 부담이 따른다.

MSS 방법의 경우 효용함수의 거리 측정 방식을 맨하탄 거리로 대체함으로써 이러한 회전 불변성의 문제로부터 벗어난다. 기존의 심리학 연구들은 투표 모형에서 맨하탄 거리를 사용하는 것이 더 적절함을 이론적으로 뒷받침하고 있다. MSS 방법은 맨하탄 거리를 활용한 공간 모형을 통해 회전 불변성의 문제에서 벗어나 이념 공간의 각 차원이 상관성을 지니고 있는 상황에서도 이상점을 정확히 추론한다.

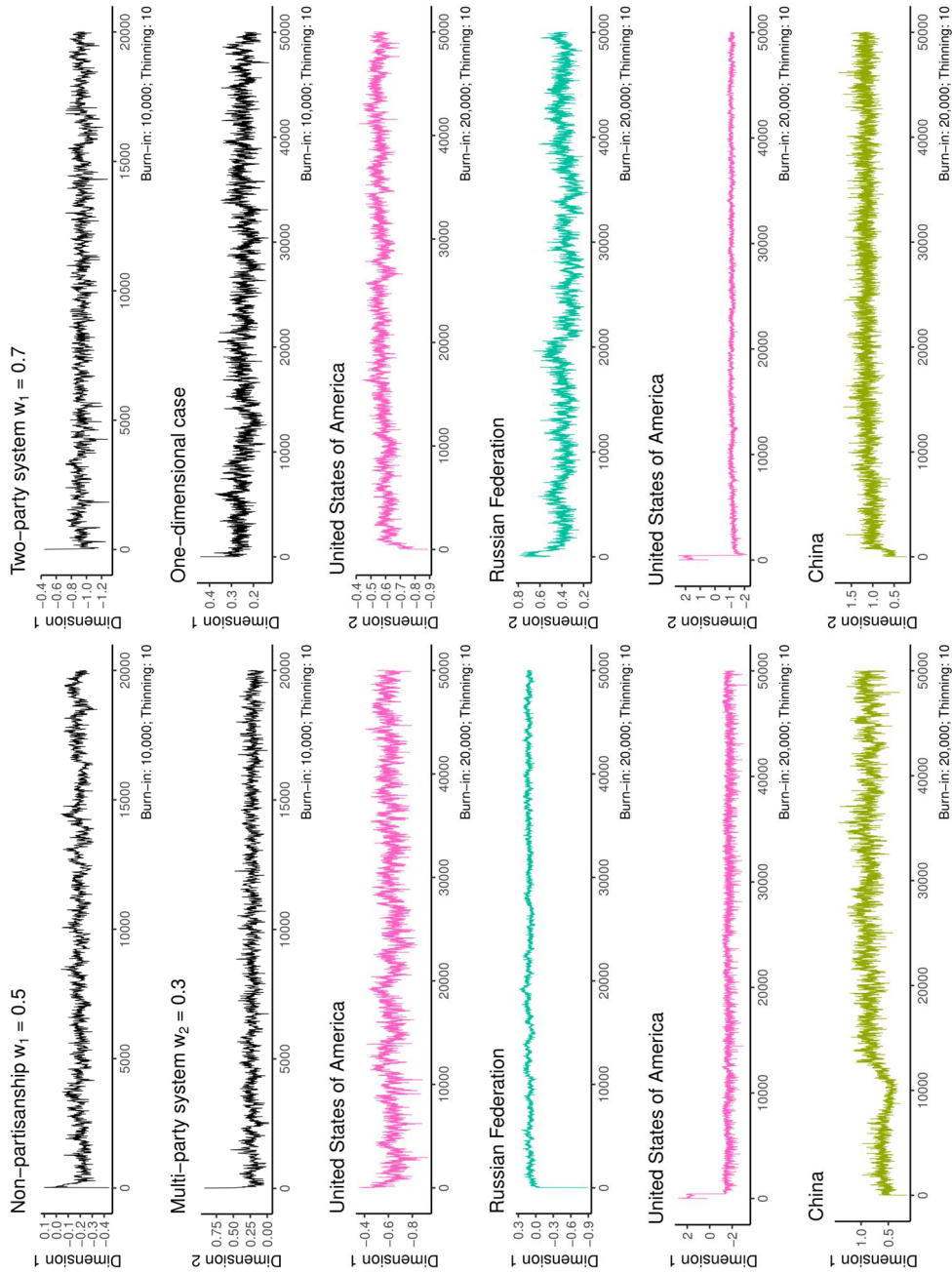
MSS 방법의 또 다른 이점은 차원의 개수 및 가중치를 쉽게 추정할 수 있다는 점이다. 정치학 연구 전반에 있어 사회의 균열을 규명하는 문제는 중요한 과제로 존재해왔으며, MSS 방법을 통해 추정한 이념 공간의 차원의 개수와 가중치는 사회의 균열에 대한 경험적 분석을 가능케 한다.

본 연구는 MSS 방법을 유엔총회 투표 분석에 적용함으로써 다음과 같은 결과를 도출해낸다. 첫째, Voeten의 주장과는 달리, 탈냉전기 유엔총회의 이념 공간은 다차원으로 이루어졌다. 둘째, 탈냉전기 유엔총회의 이념 공간에는 남북문제와 서구 대 비서구의 갈등이라는 두 균열이 공존하였다. 셋째, 미국은 냉전기 이후 유엔총회에서 “lonely power”로 자리매김하게 되었다. MSS 방법을 통해 본 연구는 유엔총회 투표 분석에 대한 선행연구의 결과를 뒤집는 한편 일부 내용을 강화할 수 있었다.

본 논문에서 제시한 MSS 방법은 추후 다양한 정치적 맥락에서 투표 자료를 분석하는 데에 쓰일 수 있을 것이다. MSS 방법은 추후 공개될 R package로 누구나 쉽게 실행할 수 있게 될 예정이다. 미국 상·하원 의회나 유럽의회의 투표 및 다양한 자료들에 대하여 MSS 방법을 활용한 연구가 활발히 이뤄지기를 기대해본다.

부 록

1. MSS 방법에 대한 시뮬레이션 및 유엔총회 분석의 Trace Plot 예시



참 고 문 헌

- Aggarwal, Charu C., Alexander Hinneburg, and Daniel A. Keim. 2011. "On the Surprising Behavior of Distance Metrics in High Dimensional Space." *International Conference on Database Theory*. Berlin: Springer.
- Albright, Jeremy J. 2010. "The Multidimensional Nature of Party Competition," *Party Politics*, Vol. 16, No. 6.
- Alker, Hayward R. 1964. "Dimensions of Conflict in the General Assembly." *American Political Science Review*, Vol. 58, No. 3 (September).
- Armstrong II, David A., Ryan Bakker, Royce Carroll, Christopher Hare, Keith T. Poole, and Howard Rosenthal. 2014. *Analyzing Spatial Models of Choice and Judgement with R*. CRC Press.
- Arrow, Kenneth J. 1951. *Social Choice and Individual Values*. New York: Wiley.
- Bailey, Micahel A., Anton Strezhnev, and Erik Voeten. 2017. "Estimating Dynamic State Preferences from United Nations Voting Data." *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 61, No. 2 (February).
- _____. 2007. "Comparable Preference Estimates across Time and Institutions for the Court, Congress, and Presidency." *American Journal of Political Science*, Vol. 51, No. 3 (July).
- Barberá, Pablo. 2015. "Birds of the Same Feather Tweet Together: Bayesian Ideal Point Estimation Using Twitter Data." *Political Analysis*, Vol. 23, No. 1.
- Bearce, David H. and Stacy Bondanella. 2007. "Intergovernmental Organizations, Socialization, and Member-state Interest Convergence." *International Organization*, Vol. 61, No. 4 (Autumn).
- Berndt, Ernst R., Bronwyn H. Hall, Robert E. Hall, and Jerry A. Hausman. 1974. "Estimation and Inference in Nonlinear Structural Models." *Annals of Economic and Social Measurement*, Vol. 3, No. 4.
- Black, Duncan. 1958. *The Theory of Committees and Elections*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bonica, Adam. 2018. "Inferring Roll-Call Scores from Campaign Contributions Using Supervised Machine Learning." *American Journal of Political Science*, Vol. 62, No. 4 (October).

- Carroll, Royce, Jeffrey B. Lewis, James Lo, Keith T. Poole, and Howard Rosenthal. 2013. "The Structure of Utility in Spatial Models of Voting." *American Journal of Political Science*, Vol. 57, No. 4 (October).
- Clinton, Joshua, Simon Jackman, and Douglas Rivers. 2004. "The Statistical Analysis of Roll Call Data." *The American Political Science Review*, Vol. 98, No. 2 (May).
- Cox, Gary W. and Matthew D. McCubbins. 2005. *Setting the agenda: Responsible party government in the US House of Representatives*. New York: Cambridge University Press.
- Dreher, Axel and Nathan M. Jensen. 2007. "Independent Actor or Agent? An Empirical Analysis of the Impact of U.S. Interests on International Monetary Fund Conditions." *Journal of Law & Economics*, Vol. 50, No. 1 (February).
- _____ and Nathan M. Jensen. 2013. "Country or Leader? Political Change and UN General Assembly Voting." *Journal of Political Economy*, Vol. 29.
- Garner, Wendell R. 2014. *The Processing of Information and Structure* Psychology Press.
- Hix, Simon and Hae-Won Jun. 2009. "Party Behaviour in the Parliamentary Arena: the Case of the Korean National Assembly." *Party Politics*, Vol. 15, No. 6.
- _____, Abdul Noury, and Gerard Roland. 2006. "Dimensions of Politics in European Parliament." *American Journal of Political Science*, Vol. 50, No. 2 (April).
- Huntington, Samuel P. 1996. *The Clash of Civilizations and The Remaking of World Order*. New York: Simon and Schuster.
- Imai, Kosuke, James Lo, and Jonathan Olmsted. 2016. "Fast Estimation of Ideal Points with Massive Data." *American Political Science Review*, Vol. 110, No. 4 (2016).
- Jenkins, Jeffery A. 1999. "Examining the Bonding Effects of Party: A Comparative Analysis of Roll-call Voting in the U.S. and Confederate Houses." *American Journal of Political Science*, Vol. 43, No. 4 (October).
- Ke, Qifa and Takeo Kanade. 2005. "Robust L1 Norm Factorization in the Presence of Outliers and Missing Data by Alternative Convex Programming." *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. IEEE.

- Kim, In Song, John Londregan and Marc Ratkovic. 2018. "Estimating Spatial Preferences from Votes and Text." *Political Analysis*, Vol. 26, No. 2.
- Koremenos, Barbara. "Contracting Around International Uncertainty." *American Political Science Review*, Vol. 99, No. 4 (November).
- Laver, Michael and Norman Schofield. 2004. *Multiparty Government: The Politics of Coalition in Europe*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Lijphart, Arend. 1963. "The Analysis of Bloc Voting in the General Assembly: A Critique and a Proposal." *American Political Science Review*, Vol. 57, No. 4 (December).
- Margaret M. Ball, "Bloc Voting in the General Assembly," *International Organization*, Vol. 5, No. 1 (February 1951).
- Martin, Andrew D. and Kevin M. Quinn. 2002. "Dynamic Ideal Point Estimation via Markov Chain Monte Carlo for the U.S. Supreme Court, 1953–1999." *Political Analysis*, Vol. 10, No. 2.
- McCarty, Nolan M., Keith T. Poole, and Howard Rosenthal. 1997. *Income Redistribution and the Realignment of American Politics*. AEI Press.
- McKelvey, Richard D. 1976. "Intransitivities in Multidimensional Voting Models and Some Implications for Agenda Control." *Journal of Economic Theory*, Vol. 12, No. 3.
- McKelvey, Richard D. 1979. "General Conditions for Global Intransitivities in Formal Voting Models." *Econometrica*, Vol. 47, No. 5.
- Miller, Gary and Norman Schofield. 2003. "Activists and Partisan Realignment in the United States." *American Political Science Review*, Vol. 97, No. 2.
- _____ and Norman Schofield. 2008. "The Transformation of the Republican and Democratic Party Coalitions in the U.S." *Perspectives on Politics*, Vol. 6, No. 3.
- Moon, Bruce E. 1985. "Consensus of Compliance? Foreign-Policy Change and External Dependence." *International Organization*, Vol. 39, No. 2 (Spring).
- Neal, Radford M. "Slice Sampling." *Annals of Statistics*, Vol. 31, No. 3.
- Ng, Andrew Y. 2004. "Feature Selection, L1 vs. L2 Regularization, and Rotational Invariance," *Proceedings of the Twenty-first*

- International Conference on Machine Learning*. ACM.
- Plott, Charles R. 1967. "A Notion of Equilibrium and Its Possibility under Majority Rule." *American Economic Review*, Vol. 57, No. 4.
- Poole, Keith T. 2005. *Spatial Models of Parliamentary Voting*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- _____. and Howard Rosenthal. 1985. "A spatial model for legislative roll call analysis." *American Journal of Political Science*, Vol 29, No. 2 (May).
- _____. and Howard Rosenthal. 1997. *Congress: A Political-Economic History of Roll-Call Voting*. Oxford: Oxford University Press.
- _____. Jeffrey Lewis, James Lo, and Royce Carroll. 2011. "Scaling Roll Call Votes with WNOMINATE in R." *Journal of Statistical Software*, Vol. 42, No. 14.
- Rabinowitz, George and Stuart Elaine Macdonald. 1989. "A Directional Theory of Issue Voting." *American Political Science Review*, Vol. 83, No. 1.
- Riker, William H. 1980. "Implications from the Disequilibrium of Majority Rule for the Study of Institutions." *American Political Science Review*, Vol. 74, No. 2.
- _____. 1982. *Liberalism against Populism: A Confrontation Between the Theory of Democracy and the Theory of Social Choice*. San Francisco, CA: W.H. Freeman.
- _____. 1986. *The Art of Political Manipulation*. New Haven, CT: Yale University Press.
- _____. 1990. "Heresthetic and Rhetoric in the Spatial Model." in James M. Enelow and Melvin J. Hinich (eds.), *Advances in the Spatial Theory of Voting*. Cambridge: Cambridge University Press.
- _____. 1996. *The Strategy of Rhetoric: Campaigning for the American Constitution*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Rosenthal, Howard and Erik Voeten. 2004. "Analyzing Roll Calls with Perfect Spatial Voting: France 1946-1958." *American Journal of Political Science*, Vol. 48, No. 3.
- Russett, Bruce M. 1966. "Discovering Voting Groups in the United Nations." *American Political Science Review*, Vol. 60, No. 2 (June).
- Shepard, Roger N. 1987. "Toward a Universal Law of Generalization for Psychological Science." *Science*, Vol. 237, No. 4820 (September).

- Slapin, Jonathan B. and Sven-Oliver Proksch. 2008. "A Scaling Model for Estimating Time-Series Party Positions from Texts." *American Journal of Political Science*, Vol. 52, No. 3 (July).
- Sohn, Yunkyū. 2017. "Measuring Ideology, Dimensionality and Polarization in Politics." Ph. D. Dissertation. San Diego, CA: University of California San Diego.
- Sweeney, Kevin J. 2003. "The Severity of Interstate Disputes: Are Dyadic Capability Preponderances Really More Pacific?" *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 46, No. 6 (December).
- Vengroff, Richard. 1976. "Instability and Foreign Policy Behavior: Black Africa in the UN." *American Journal of Political Science*, Vol. 20, No. 3 (August).
- Voeten, Erik. 2000. "Clashes in the Assembly." *International Organization*, Vol. 54, No. 2.
- _____. 2004. "Resisting the Lonely Superpower: Responses of States in the United Nations to US Dominance." *The Journal of Politics*, Vol. 66, No. 3.
- _____. 2013. "Data and Analyses of Voting in the UN General Assembly," in Bob Reinalda (ed.), *Routledge Handbook of International Organization*, London: Routledge.
- 조동준. 「국제연합총회에서 미국의 영향력 분석」. 『한국정치학회보』. 제38권, 2호.

Abstract

L1-norm Based

Multidimensional Ideal Point

Estimation: With Application to

Roll Call Voting Data

Sooahn Shin

Dept. of Political Science & International Relations

Master's Degree

The Graduate School

Seoul National University

It has been known that conventional ideal point estimation methods in social sciences (e.g., the item response theory (IRT) model or the NOMINATE-based methods) fail to recover multidimensional ideal points because of the rotational invariance of multidimensional ideal point estimates. The use of “anchoring” legislators in each dimension to avoid the rotation turns out to be hopeless as the number of dimension increases. Also, misplacement of any of anchoring legislators would be detrimental to inferential outcomes. On the other hand, assuming the orthogonality of each

dimension along the principal axes makes it highly difficult to estimate correlated issue positions by legislators, parties, coalitions, or countries. In this paper, we present a new Bayesian method to fix the rotational invariance problem in multidimensional ideal point estimation. Our method makes two revisions: (1) we substitute the L2 norm (Euclidean distance) of existing ideal point estimation models with the L1 norm (Manhattan distance) and (2) we employ a multivariate slice sampling method to jointly sample multidimensional ideal points (Neal, 2003). Our simulation studies show that the proposed method successfully recovers multidimensional ideal points with a varying degree of correlation. We apply the proposed method to the analysis of the United Nations General Assembly (UNGA) roll-call voting data in which voting coalitions are highly flexible along issue dimensions and no clear dimensional information is known to researchers. The results of our analysis show that the post-Cold War UNGA voting has been highly multidimensional and there is strong evidence to support the U.S. as a “lonely superpower.”

Keywords : ideal point estimation, Bayesian analysis, NOMINATE, Item Response Theory, slice sampling

Student Number : 2017-24284