

네트워크를 통해 분석한 국내 금융기관간 및 금융산업과 실물경제와의 시스템리스크 및 위험전이 연구

- 외환위기와 글로벌금융위기를 중심으로-

황수성*, 문정훈†

본 연구는 우리나라 금융기관간, 금융산업과 실물경제와 상호연계성을 분석함으로써 시스템리스크를 측정하였다. 금융기관은 은행, 증권, 보험 그리고 기타금융 등 4가지 업종으로 나누고 이들 사이에 존재하는 네트워크를 분석하였으며 실물경제는 주식시장의 18개 업종을 대상으로 하였다. 네트워크 분석결과 금융기관간의 상호연계성은 외환위기, 글로벌 금융위기 및 유럽재정위기와 같은 금융위기 기간 동안 매우 높게 나타나고 오랫동안 지속되고 있다. 특히, 우리 내부적 요인에서 기인한 1997년 외환위기의 경우 대외적 요인에서 기인한 위기들보다 그 연계성이 높아짐을 확인하였다. 실물경제로의 위험전이를 분석한 결과 금융위기 발생시 금융업이 다른 산업에게 미치는 영향이 증가함을 확인하였다. 또한 외환위기 이전과 이후 상호연계도의 양상이 다름을 알 수 있었다. 외환위기 이후에는 위기 전에 비하여 상호연계성이 낮아지고, 중심적인 역할을 하는 업종이 은행에서 증권업으로 변화한 것으로 분석되었다. 이는 외환위기 이후 한국 금융시스템의 구조변화로 은행중심금융체제에서 시장중심금융체제로 변화를 겪었고 거시건전성과 금융시스템의 안정화된 것으로 해석할 수 있다.

JEL classification : G01, G10, G29, C51

주제어 : 시스템리스크, 상호연계성, 네트워크 분석, 구조변화, 위험전이

* 성균관대학교 경제학과 교수 (전화 : 02-760-0489, E-mail : shwang@skku.edu)

† 성균관대학교 경제대학원 (전화 : 02-759-5327, E-mail : jeonghoon.m@gmail.com)

I. 머리말

2007년 미국의 서브프라임 모기지 사태에서 시작한 글로벌 금융위기는 시스템리스크가 얼마나 위험하고 중요한지 인식하게 되는 계기가 되었다. 부동산 시장에서 시작한 리스크의 전이가 미국 전체의 금융시스템으로 퍼지고 나아가 전세계 금융 및 실물경제에까지 영향을 주었기 때문이다. 글로벌 금융위기 이후에도 유럽 재정위기, 그리스 구제금융 문제, 중국버블붕괴, 브렉시트 등의 이슈에 따라 전세계 금융시장은 여전히 하나의 시장처럼 영향을 받게 되고 그때마다 시스템리스크의 위기가 대두된다.

이는 고도화된 금융상품과 금융 및 실물시장의 유기적 연결이 심화됨에 따라 경제시스템은 더욱 복잡해지고 그 상호연계성이 증가하였기 때문이다. 글로벌 금융위기의 사례처럼 금융시스템에 존재하는 상호연계성의 심화는 개별 금융기관의 위험이 다른 금융기관에게 전이되고 한 국가의 금융시스템을 넘어 다른 국가, 대륙으로 위험이 전이될(contagion) 확률이 높아지게 된다. 이러한 배경 속에서 상호연계성을 바탕으로 시스템리스크를 측정하고 나아가 사전적인 예방과 선제적인 대응을 위한 연구의 필요성이 중요해지고 있다.

그러나 세계경제의 상호의존도와 금융시스템의 복잡성, 밀접성이 심화된 만큼 시스템리스크에 대해 공통적으로 받아들여지는 정의나 측정방법은 정립되어 있지 않다.¹ Billio et al.(2012)는 시스템리스크를 정의하는 것이 어렵다는 것을 인정하면서도, 만약 시스템리스크가 경제주체 모두가 인식하고 체감하는 위기라고 한다면, 우리는 어떤 금융위기가 시스템리스크인지는 알아 차릴 수 있다라고 주장하고 있다. 일반적으로는,

¹ 연구에 따라 다양한 시스템리스크의 정의와 측정방법이 존재하는데, Bisias(2012)는 31가지의 시스템리스크 측정방법을 정리하기도 하였다. 시스템리스크의 대표적인 몇 가지 정의를 살펴보면 다음과 같다. G10(2001)은 “시스템리스크는 경제가치 하락을 유발하고 경제주체들의 불확실성을 증가시키며 실물경제에 상당히 부정적 영향을 줄 수 있는 금융시스템 중요 부문의 신뢰에 손실을 입히는 위험”으로 정의하고 있으며 유럽중앙은행이 발간한 ECB(2009)에서는 “금융 불안정성이 파급되어 경제성장과 후생에까지 영향 미치게 되는 그러한 금융시스템 기능 저하”로 정의하고 있다. 한편, 한국은행(2015)은 “금융시스템의 전부 또는 일부의 장애로 금융기능이 정상적으로 수행되지 못함에 따라 실물경제에 심각한 부정적 파급효과를 미칠 수 있는 위험”이라고 정의하고 “특정 금융불안이 시스템리스크로 악화 될지 여부는 금융시스템의 여타 부문이나 실물경제에 미치는 영향의 정도에 따라 결정된다고” 라고 주장한다. 또한 한국의 금융감독원은 “개별 금융회사의 부실위험과 대조적으로 금융시스템 전체가 부실화 될 위험”으로 시스템리스크를 정의하고 있으며 금융회사간의 음의 외부성이 존재하여 개별 금융회사가 부실화될 경우 시스템리스크를 확대시키고 금융위기를 초래한다고 설명하고 있다.

시스템리스크는 금융시스템에서 발생한 위험이 실물경제까지 파급되어 경제 주체들의 경제활동에 부정적 영향을 미치는 위기로 생각해볼 수 있다.

시스템리스크에 대한 정의가 다양한 만큼 여러 가지 측면에서 이에 대한 분석이 가능한데, 본 연구에서는 상호연계성의 측면에서 시스템리스크를 측정해보고자 한다. 금융시스템의 특성상 은행, 증권, 보험 등의 금융업종들 사이에는 복잡하고 다양한 거래 및 계약을 기반으로 네트워크를 형성하고 있다. 따라서 금융시스템의 네트워크를 파악할 수 있다면 금융기관간에 존재하는 상호연계성을 파악할 수 있고 나아가 위험이 전이되는 경로까지 파악할 수 있다.

본 연구에서는 시스템리스크를 제대로 파악하기 위해 금융업과 실물경제 사이에 존재하는 상호연계성을 파악하고 위험전이의 경로를 살펴보았다. 이를 위해 우리는 Billio et al.(2012)에서 제시한 그래인저 인과관계 네트워크 분석을 통해 한국 금융기관을 은행, 증권, 보험, 기타금융으로 나누어 금융기관 사이에 존재하는 상호연계성을 분석한다. 또한 시스템리스크를 금융시스템에서 발생한 위험이 실물경제까지 파급되어 경제 주체들의 경제활동에 부정적 영향을 미치는 위기로 본다면, 금융기관과 실물경제간의 상호연계성으로 인한 금융위기가 실물경제로 파급되는 영향도 파악하기로 한다.

실증분석 결과, 외환위기(1997년), 글로벌 금융위기(2008년), 유럽 재정위기(2010년) 동안 금융기관 사이에 존재하는 상호연계성이 크게 증가함을 확인할 수 있었다. 특히, 우리나라 내부요인에서 기인한 1997년 외환위기의 경우 외부요인에서 기인했던 2008년 글로벌금융위기, 2010년 유럽재정위기 보다 연계성이 훨씬 심화됨을 확인할 수 있었다. 또한 금융업에서 실물경제로의 위험 전이를 분석한 결과 금융위기 기간에는 금융업이 다른 실물산업에 미치는 부정적인² 영향이 증가하는 것으로 나타났다. 반대로 평상시 또는 경제 호황기에는 실물산업과 금융업이 서로에게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 실물경제가 활성화될 때 자금조달의 증가와 함께 금융업에 긍정적 영향을 주고 이에 대한 선순환으로 금융업이 실물경제에도 긍정적 영향을 주는 것으로 해석해볼 수 있다.

특이한 점으로는 1997년 외환위기를 기점으로 상호연계성의 정도와 양상이 상당히 다르다는 결과가 나타났다. 외환위기 이후에는 위기 전에 비하여 상호연계성이 낮아지며, 중심적인 역할을 하는 업종이 은행에서 증권업으로 변화한 것으로 분석되었다. 이는 외환위기 이후 한국 금융시스템의 구조변화로 은행중심금융체제에서 시장중심금융체제로 변화했고

² 여기서 긍정과 부정의 의미는 그래인저 인과관계를 기반으로 주가가 상승할 때 같이 상승하는 경우 긍정으로, 주가가 하락할 때 같이 하락하는 것을 부정으로 볼 수 있다.

거시건전성과 금융시스템이 안정화된 것에서 기인한 것으로 해석할 수 있다.

본 연구는 시스템리스크를 측정하는데 있어 다음과 같은 유용성과 함의를 갖는다. 첫째, 비조건적(unconditional)으로 상호연계성을 측정할 수 있다. 이는 위기가 없는 평상시에도 측정 가능하므로 시스템리스크의 발생가능성에 대한 정보를 제공하고 조기경보지표³로 사용할 수 있음을 의미한다. 나아가 장기적인 관점에서 금융시스템의 구조변화를 파악하는데도 활용할 수 있다. 둘째, 금융기관간 또는 다른 산업으로 위험이 전이되는 경로와 과정을 파악할 수 있다. 이는 금융감독이나 거시건전성 정책수립 측면에서 집중적인 감독과 선제적인 대응을 하는 데 유용한 역할을 할 수 있다. 셋째, 다양한 데이터를 통해 다양한 금융시장 간, 산업간 그리고 국가간의 상호연계성도 파악할 수 있다. 이는 거시경제 주체들간, 또 더 나아가 국가간의 위험 전이 양상을 파악함으로써 금융감독 및 거시건전성 정책마련에 확대·응용할 수 있는 장점이 있다.

본 연구가 기존 연구와 차별화되는 점은 크게 두 가지이다. 첫째, 한국의 시스템리스크를 연구함에 있어 네트워크를 활용한 연구는 존재하나 주식수익률 데이터를 기반으로 그래인저 인과관계 네트워크를 통해 분석한 연구는 존재하지 않는다. 또한 분석기간을 1990년부터 2017년까지 장기간으로 분석하면서 외환위기와 위기 이후 금융시스템 구조변화까지 분석하였다. 둘째, 동 방법론을 통해 금융업뿐 아니라 실물산업까지 함께 분석한 것이다. 이는 단순히 금융시장에 존재하는 위험뿐 아니라 금융업에서 실물경제로의 위험전이를 파악하여 시스템리스크를 제대로 분석하였다는 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II장에서는 상호연계성 측면에서 연구한 시스템리스크의 측정방법들을 살펴보고, III장에서는 본 연구의 세부적인 연구 모형을 설명한다. VII장은 본 연구의 모형을 바탕으로 한국 금융시장에 존재하는 네트워크 구조와 시스템리스크를 실증분석한다. 마지막 V장에서는 본 연구의 결과를 요약하고 시사점을 정리한다.

II. 선행연구

시스템리스크는 주로 레버리지(Leverage), 손실(Losses), 또는 유동성(Liquidity) 측면에서 연구되어 왔으며 상대적으로 연계성(linkages)의 관점에서 시스템리스크를 분석한 연구는 그리 많지 않다.

³ 미래를 예측한다기보다는 현재 상황을 잘 파악하고 과거의 경우와 비교함으로써 조기경보지표로서 역할을 할 수 있다.

연계성은 연결(connections)이나, 상호관계(interaction) 등을 의미하는데 일반적으로 상호연계성(interconnectedness)을 의미 한다. 산업간 혹은 국가간 상호연계성이 긴밀화 되어가고 있어 한 기관이나 분야, 혹은 국가의 시스템리스크가 커지면 이는 곧바로 다른 기관, 다른 산업 혹은 다른 국가로 전이(contagion)되어 위기를 더욱 증폭시키게 된다. 특히 2007년 글로벌금융위기나 2010년 유럽재정위기에서 볼 수 있듯이 상호연계성이 시스템리스크를 측정하는 데 있어 매우 중요한 요인이 되고 있다. 다만 상호연계성 자체가 금융위기의 원인이라고 보기는 어렵다. 하지만 금융위기 시에는 상호연계성이 증가하는 것으로 나타났고 상호연계성이 높아지면 이러한 위기가 가속화되고 증폭된다고 볼 수 있다. ⁴

이런 연계성은 다양한 방법으로 연구되어 왔다. 예를 들면, Adrian and Brunnermeier(2016)의 CoVaR는 각 기관의 개별 리스크 측정만 할 수 있는 VaR(Value-at-Risk)와 달리 위험의 전염성(contagion)을 측정 할 수 있다.

한편 SES(Systemic Expected Shortfall)는 Acharya et al.(2011)이 제시한 방법으로 금융시스템이 부실해진다면 발생할 개별 금융기관들의 기대 손실을 측정한다. 이 역시 금융시장에 자본이 부족하여 시스템리스크가 발생할 때 개별 금융기관의 자본부족분을 측정한다는 측면에서 연계성을 측정한 것으로 볼 수 있다. 한편 Brownlees and Engle(2012)은 SES를 확장한 MES(Marginal Expected Shortfall)을 제안했고 이를 바탕으로 SRISK(Systemic Risk Index)를 만들어 금융기관별 시스템리스크 지수를 제안했다.

Huang, Zhou, and Zhu(2011)는 은행시스템의 부실화된 손실을 예상하여 보험료(프리미엄)를 추정하기 위해 DIP(Distressed Insurance Premium)를 제시하였다. DIP는 최소손실기준을 초과할 때 기대되는 손실을 의미하는 것으로 개별 은행 또는 부분포트폴리오(subportfolio)의 한계기여도를 측정하여 연계성을 살펴보는 것이다.

시스템리스크에 대한 국내연구로는 김진호·김윤정(2010)이 CoVaR를 이용하여 은행 및 저축은행, 증권 사이에 존재하는 시스템리스크를 측정하였고 저축은행이 상대적으로 시스템리스크에 많이 노출되는 것으로 추정되었으며 은행의 경우 상대적으로 외부 영향 또는 시스템리스크의 영향이 작다는 결과를 보였다. Yun and Moon(2013)은 CoVaR와 MES를 동시에 사용하여 한국 은행산업의 시스템리스크를 분석하였는데 금융 불안정기에 금융충격이 실물경제에 유의한 영향을 미친다고 주장하였다. 또한 이근영·문호성(2014)은 은행, 증권,

⁴ 이 부분에 대해서는 다양한 견해가 존재한다. Acemoglu et al. (2015)은 은행간 네트워크를 분석하였고 연계성이 높을 때 소규모 충격에는 안정적이지만 대규모 충격에는 더욱 취약함을 보였다. 하지만 Billio et al.(2012)는 금융기관 사이 상호연계성이 증가할 때 금융시스템이 취약해진다고 본다.

보험 업종의 주식수익률 데이터를 통해 MES를 추정하고 이를 통해 SRISK지수를 산출하여 금융산업의 시스템리스크를 측정하였다. 측정결과 시스템리스크는 산업생산을 떨어뜨리고 실업율을 증가시킨다. 또한 시스템리스크는 글로벌 금융위기 이후 급격히 상승하였고 2009년 9월 최고점에 도달 후 하락하다 유럽재정위기 이후 다시 상승하여 지속되는 양상을 보인다고 주장하였다.

위의 방법들은 개별 기관이나 산업의 리스크가 아닌 리스크의 전이(spill over)를 측정함으로써 시스템리스크의 손실 정도와 연계성을 측정하고 있다. 하지만 이 방법은 금융기관들에게 동시에 위기가 오거나 극단적인 손실이 발생한다는 가정을 전제로 하고 있어 평상시에는 시스템리스크를 측정하기 어렵다는 문제가 있으며, 시스템리스크가 발생하는 과정 또한 파악하기가 쉽지 않다. 과거 데이터를 바탕으로 위험을 측정하고 발생 가능한 손실금액만을 제공한다면, 위기 발생시 금융기관간, 산업간, 혹은 국가간 연관성이 시스템리스크를 어떻게 증폭시키는지에 대한 정보를 제공하는 데는 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 단점을 극복할 수 있는 방법으로 Billio et al.(2012)가 제시한 그레인저 인과관계 네트워크를 사용하여 시스템리스크를 분석하고자 한다. 이 연구에 따르면, 그레인저 인과관계 네트워크는 금융기관 사이에 존재하는 상관관계가 증가할 때 즉, 연계성이 높아질 때 시스템리스크가 발생할 확률이 높아진다는 것이다. 따라서 위기가 있을 때나 동시에 발생하는 손실에 상관없이 평상시에도 시스템리스크를 측정할 수 있으며 이것이 심화되는 과정과 경로를 포착할 수 있다. 또한 복잡하게 얽혀있는 금융기관간의 네트워크를 다양한 지표를 통해 직관적으로 이해할 수 있고 도식화 할 경우 금융기관의 상호연계성을 한눈에 파악할 수 있다는 장점이 있다.

이런 네트워크 분석을 통해 외국의 시스템리스크를 분석한 연구는 다음과 같다. Billio et al.(2012)는 주성분분석과 그레인저 인과관계 네트워크를 통해 연계성을 추정하고 시스템리스크를 측정하였다. 그는 미국 금융시장을 업종별로 헤지펀드, 은행, 증권, 보험 4가지 섹터로 나누고 월별 주식수익률 및 펀드 수익률을 사용하였다. 그 결과 지난 20년 보다 현재 금융기관들의 연계성이 더 심화되어있음을 보이고 있고 1998년 LTCM 위기와 2007년 글로벌 금융위기가 연계성으로 설명되고 있음을 보여주었다. 세부적으로는 은행과 보험업이 연계성에 있어 다른 금융업보다 좀 더 중요한 위치에 있음을 보이고 있다.

소버린리스크와 금융업의 연계성을 살펴본 연구로는 Merton, et al.(2013) 이 있다. CCA(Contingent Claims Analysis)와 그레인저 인과관계 네트워크를 통해 국가와 은행, 보험회사의 연계성을 추정하고 거시금융의 리스크를 분석하였다. 유럽과 미국, 일본의 CDS와 은행, 보험회사의 월별 ELR(Expected Loss Ratio)를 사용하였고 그 결과 은행 및 보험사,

국가는 높은 연계성을 보이고 하나의 국가/금융기관이 어떻게 다른 국가/금융기관에 위험을 전이하는 보이고 있다. 또한 그레인저 인과관계 네트워크 방법이 조기경보시스템으로 활용될 수 있음을 보여주고 있다.

Kim(2013)는 그레인저 인과관계 네트워크를 보완하여 STE(Symbolic Transfer Entropy)라는 방법을 제시한다. 정보의 흐름에 대한 비대칭적인 방향과 그 강도를 측정할 수 있는 방법을 제시하여 연계성뿐 아니라 인과관계의 방향과 강도까지 측정하여 시스템리스크를 측정하였고 2007-2008 금융위기를 설명한다.

국내연구로는 서현덕(2014)이 옵션가격을 통해 개별 기업의 예상손실비율을 추정하고 이를 바탕으로 그레인저 인과관계 네트워크에 적용시켜 금융기관 사이에 존재하는 상호연계성을 분석하였다. 그 결과 금융시장의 위기가 있을 때에 연계성이 심화되고 은행과 증권업종이 다른 업종에 영향을 주는 위치로 나타났고 보험과 저축은행은 영향을 받는 위치이라는 것을 보였다.

이인호 등(2015)은 개인 신용정보와 거시건전성사이의 연관성을 분석한 논문에서 금융기관의 연계성을 파악하기 위해서 그레인저 인과관계 네트워크 분석을 하였다. 시스템리스크를 파악하기 위해 개별 금융기관의 월별 기대자본부족액을 도출하고, 네트워크를 통해 연계성을 분석한다. 그 결과 상호저축은행의 고유벡터 중심성이 높고 은행보다 비은행기관의 연계성이 높음을 보였다.

기존의 연구들과는 달리 각 기업의 재무제표를 이용한 분석에는 이병근(2016)이 있다. 마찬가지로 주성분분석과 그레인저 네트워크를 사용하여 분석하나 은행들의 채권채무, 자산보유, 파생상품 거래 등으로 연결되는 상호연계성을 분석하기 위해 영업수익(Revenue), 영업이익(Profit)의 분기별 자료를 이용하였다. 연구 결과 은행들의 상호연계도는 높은 수준을 보이며 2007년 글로벌금융위기 이후에는 연계성이 더욱 심화 되어있다. 또한 은행, 보험, 증권 3개의 금융업종 중에서 은행이 중요한 역할 하고 있음을 보였다.

하지만 한국의 금융시장의 시스템리스크를 분석하는데 있어 주식수익률 데이터를 통해 분석해본 연구는 아직 존재하지 않는다. 따라서 본고의 연구방법은 Billio et al.(2012)의 방법을 준용하고 한국 금융업종의 주식 수익률 데이터를 사용하여 시스템리스크를 측정한다. 구체적으로 첫째, 금융업을 세부 업종(은행, 증권, 보험, 기타금융)으로 나누어 금융시장에 존재하는 시스템리스크를 추정해보고 둘째, 금융업은 다른 산업과 긴밀한 관계에 있으므로 시스템리스크가 증가할 때 금융업이 다른 산업에 미치는 영향을 연구해본다. 셋째, 외환위기와 글로벌 금융위기를 중점으로 분석해보고 외환위기 이후 한국의 금융시스템 구조변화에 대해 고찰해본다.

Ⅲ. 분석방법

금융기관간 혹은 타 산업의 다른 기업들과의 복잡한 관계는 네트워크 이론을 사용하면 효과적으로 요약 될 수 있다. 금융분야에서는 주식시장(Mantegna, 1999; Onnela, Chakraborti 외, 2003, Kenett, Shapira 외, 2010, Kenett, Tumminello, Madi 외, 2010; Hwang 외, 2018), 외환 시장 (Naylor, Rose and Moyle, 2007), 또는 변동성 (Diebold, Yilmaz, 2016) 등 분석에서 네트워크가 다양하게 사용되어 왔다. 이들은 금융 시장에서 네트워크가 규칙적이거나 임의적이지도 않은 다른 위상학적 특성을 가지고 있다는 것을 보여주고 있다.

본 연구에서는 기업간의 네트워크에 대한 방향성을 분석하기 위해 그래인저 인과관계 사용한다. 먼저 그래인저 인과관계는 다음과 같은 회귀식으로 파악된다.

$$x_{it} = \sum_{k=1}^n \alpha_k x_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_k x_{j,t-k} + \epsilon_{it}$$

$$x_{jt} = \sum_{k=1}^n \gamma_k x_{j,t-k} + \sum_{k=1}^n \delta_k x_{i,t-k} + \epsilon_{jt}$$

x_{it} 와 x_{jt} 는 정상시계열(Stationary Process)이고 ϵ_{it} 와 ϵ_{jt} 는 각각 백색잡음(White Noise)프로세스이고 상호 독립적이다. 여기서 $\beta_k \neq 0$ ($\beta_k = 0$)이고 모든 $\delta_k = 0$ ($\delta_k \neq 0$)이면 x_{it} 가 x_{jt} 를 ‘그래인저 인과한다’ 라고 말한다. 만약 $\beta_k \neq 0$ 이고 $\delta_k \neq 0$ 인 경우는 피드백 관계(Feedback relationship)에 있다고 정의한다.

Billio et al.(2012)에 따르면 금융시장이 효율적일때 자산수익률간에 그래인저 인과관계는 성립하지 않는다. 그러나 현실적으로 Value-at-Risk나 거래비용(transaction costs), 차입제약(borrowing constraint), 정보의 처리와 수집에 대한 비용, 공매도 제한과 같은 시장마찰(market friction)로 인해 시장이 효율적이지 못하고 자산수익률간에 그래인저 인과관계가 존재한다. 이 경우 그래인저 인과관계는 수익률의 전이효과(spill-over effect)를 나타내는데, 이는 Billio et al.(2012)가 주장한 것처럼 방향성이 있는 상호연계성의 척도가 된다.

방향성이 있는 연계성을 분석하기 위해 네트워크의 주체가 되는 금융기관 혹은 기업(이하 금융기관으로 칭한다)을 노드(Node)로 정의하고 노드 사이의 관계를 엣지(Edge)로 정의해보자.

노드(금융기관 등 기업)간의 그레인저 인과관계가 있는 지는 다음과 같이 지시함수 (Indicator Function)을 사용하여 나타낸다

$$I_{j \rightarrow i} = \begin{cases} 1 & j \text{가 } i \text{를 그레인저 인과하는 경우} \\ 0 & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$$

같은 노드에 대한 그레인저 인과관계는 존재하지 않는 것으로 정의하고 다음과 같이 $I_{j \rightarrow i} = 0$ ($j=i$ 인 경우)으로 표현한다. 또한 앞서 말한 피드백 관계에 있는 경우 노드 간에 서로 상관관계를 갖는 것이고 연계성이 강하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 목적인 상호연계성 추정에는 부합하는 것으로 판단하여 피드백 관계에 있는 경우도 지시함수에 포함한다. 이렇게 정의된 지시함수를 활용하여 다음과 같은 다양한 연계성 측정지표들을 계산하였다.

1) 그레인저 인과관계 심화도 (Degree of Granger Causality : DGC)

그레인저 인과관계 심화도 지표는 전체 N개의 노드 사이에서 발생 가능한 총 개수인 $N(N-1)$ 개⁵의 그레인저 인과관계 중 통계적으로 유의한 그레인저 인과관계의 비율로 정의한다.

$$DGC \equiv \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i} I_{j \rightarrow i}$$

DGC는 시장전체의 연계성을 나타내는 지표로, DGC값이 커지면 금융기관전체의 연계성이 높아지는 것으로 판단할 수 있고, 따라서 시스템리스크가 발생할 확률이 높아진다고 할 수 있다.

2) 연계 노드의 수(Number of connections)

연계노드의 수는 개별 금융기관과 다른 금융기관간의 연계성을 나타내는 지표로, 개별 노드가 전체 노드에 연계되어있는 정도를 의미한다. 연계된 노드의 수는 다음과 같이 #Out

⁵ 순열(permutation)을 의미한다. 만약 한 방향만 고려할 경우 조합(combination)이다.

지표와 #In 지표, # Out+In 지표 세 가지로 구분한다.

$$\# \text{ Out} : I_{j \rightarrow s} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i \neq j} I_{j \rightarrow i}$$

$$\# \text{ In} : I_{s \rightarrow j} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i \neq j} I_{i \rightarrow j}$$

$$\# \text{ In} + \text{ Out} : I_{j \rightarrow s} = \frac{1}{2(N-1)} \sum_{i \neq j} \{I_{j \rightarrow i} + I_{i \rightarrow j}\}$$

#Out은 개별 노드가 다른 노드에 영향을 주는(그레인저 인과하는) 노드의 비율로 금융기관 j가 타 금융기관에 얼마나 영향을 줄 수 있는지를 파악할 수 있다. #In은 개별 노드가 다른 노드로부터 영향을 받는 비율로 타 금융기관으로 얼마나 영향을 받는지를 파악할 수 있다. # Out+In은 #Out과 #In 지표를 합한 것으로 특정 노드 j의 종합적인 연계성을 의미한다. S는 시스템으로 전체 기관을 의미한다.

3) 섹터간 연계성(Sector-Conditional Connections : SCC)

위 두 측정지표는 시장전체의 연계성이나 개별 금융기관간의 연계성을 분석하는데 사용된다. 한편 개별 금융기관을 은행, 증권, 등과 같은 섹터로 나눌 때 섹터간의 연계성을 살펴볼 수도 있다. 섹터간 연계성은 개별 금융기관이 속해있는 섹터를 α 라 하고 다른 섹터를 β 라 할 때 α 에 속해있는 금융기관이 다른 섹터에 속해있는 금융기관과 그레인저 인과하거나 받는 정도를 나타낸다. 섹터간 연계성도 마찬가지로 # Out-to-Other, # In-from-Other, # In+Out-Other 세 가지로 구분된다.

$$\# \text{ Out - to - Other} : I_{(j|\alpha) \rightarrow \sum_{\beta \neq \alpha} (S|\beta)} = \frac{1}{(N - N_\alpha)} \sum_{\beta \neq \alpha} \sum_{i \neq j} I_{(j|\alpha) \rightarrow (i|\beta)}$$

$$\# \text{ In - from - Other} : I_{(S|\beta) \rightarrow \sum_{\beta \neq \alpha} (j|\alpha)} = \frac{1}{(N - N_\alpha)} \sum_{\beta \neq \alpha} \sum_{i \neq j} I_{(i|\beta) \rightarrow (j|\alpha)}$$

$$\# \text{ In} + \text{ Out - Other} : I_{(j|\alpha) \leftrightarrow \sum_{\beta \neq \alpha} (S|\beta)} = \frac{1}{2(N - N_\alpha)} \sum_{\beta \neq \alpha} \sum_{i \neq j} (I_{(j|\alpha) \rightarrow (i|\beta)} + I_{(i|\beta) \rightarrow (j|\alpha)})$$

Out-to-Other 지표는 섹터 α 에 속해 있는 개별 금융기관이 다른 섹터(β)에 그레인저 인과하는 것의 개수를 의미하고 # In-from-Other 지표는 한 섹터에 속한 금융기관이 그레인저 인과를 받는 것의 개수를 의미한다. # In+Out-Other 는 위의 두 지표를 합한 것으로 나타낸다.

4) 근접성(Closeness)

금융기관은 다양한 경로로 서로 직간접적으로 연결되어 있다. 여기서는 이러한 다양한 경로 중 최단경로를 파악하여 금융기관간의 밀접성을 분석하고자 근접성지표를 제시한다. 먼저 이를 정립하기 위해 노드 j 가 노드 i 에 대해 간접적인 C-그레인저 인과관계 (Weak Causally C-connected)를 다음과 같이 정의한다.

$$I_{j \rightarrow k_1} \times I_{k_1 \rightarrow k_2} \times \dots \times I_{k_c \rightarrow i} \equiv I_{j \rightarrow i}^c = 1$$

여기서 k 는 거쳐가는 다른 노드들을 의미하며, 개별 노드 j 가 노드 i 에 대해 우회적으로 c 회에 걸쳐서 그레인저 인과관계가 있음을 나타낸다. 이 값이 0이라면 금융기관 j 와 i 는 연결되어 있지 않음을 의미한다. 그리고 그레인저 인과관계로 연결된 최단거리 C_{ji} 를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$C_{ji} = \min_c \{C \in [1, N-1] : I_{j \rightarrow i}^c = 1\}$$

이는 여러 경로 중 가장 최단 거리를 의미한다. 만약 전체 N 개의 금융기관을 가정할 때, 그 어떤 것과도 연결이 되지 않은 경우 ($I_{j \rightarrow i}^c = 0$) 최단 거리 C_{ji} 는 가장 먼 거리인 $N-1$ 로 정의한다.⁶ 이를 이용하여, 노드 j 의 전체 노드에 대한 근접성(Closeness)은 다음과 같이 정의한다.

⁶ 연결이 되지 않았다고 하여 최단거리 C_{ji} 를 0으로 가정할 경우 노드 i 와의 거리가 가까워지는 것으로 왜곡하기 때문에 시스템내의 가장 먼 거리인 $N-1$ 로 정의한다.

$$C_{js} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i \neq j} C_{ji} I_{j \rightarrow i}^c$$

즉, 한 노드가 다른 노드로 연결되는 최단거리를 전부 더한 것으로 이 지표가 낮을수록 해당 노드가 다른 노드들과 직접적으로 연계되어 있다고 할 수 있다.

5) 고유벡터 중심성 (Eigenvector Centrality)

마지막으로 한 금융기관이 전체 네트워크에서 차지하는 중요성을 보기 위해 중심성 지표를 이용한다. 한 노드에 연결된 모든 엣지의 개수로 중심성을 파악할 수 있다. 그러나 단순히 연결된 노드의 숫자는 노드의 규모가 커지면 커질수록 자연적으로 커지게 된다는 약점이 있다. 이를 통제하기 위해, 아래와 같은 인접행렬(Adjacency Matrix)을 구하고 이 인접행렬의 고유근(Eigenvalue)를 계산하여 지표로 사용한다. 인접행렬은 그래인저 인과관계 여부를 통해 다음과 같이 정의한다.

$$[A]_{ji} = I_{j \rightarrow i}$$

행렬 A의 (j,i)의 성분은 (j → i) = 1 인 경우는 1이고 그렇지 않은 경우는 0이다. 고유벡터 중심성은 행렬 A의 고유근(Eigenvalue)이 가장 큰 고유벡터를 통해 도출하며, 이 경우 아래 식과 같이 노드 j가 그래인저 인과하는 다른 노드들의 중요성을 인접행렬과 인접행렬의 고유벡터로 구할 수 있다.

$$v_j = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N [A]_{ji} v_i$$

결국 노드 j의 고유벡터 중심성은 다른 노드의 고유벡터중심성의 합으로 나타내고 이는 전체 네트워크에서 차지하는 영향력을 의미한다. 일반적으로 #Out지표가 높을수록 #In 지표가 낮을수록 증가한다.

IV. 실증분석

1. 데이터

자료는 1990년 1월부터 2017년 4월까지 한국 주식시장에 상장되어 있는 금융회사의 월별주식수익률⁷을 사용 한다. 여기에는 과거 상장되어 있었으나 현재 상장 폐지된 회사들도 모두 포함한다. 구체적으로 FnGuide에서 ‘금융업’으로 분류된 104개의 기업의 주식 수익률을 사용하였다. ‘은행’으로 분류된 20개 + 지주회사 6개⁸를 더하여 은행업으로 분류하였고 ‘증권’으로 분류된 29개 회사에 지주회사2개⁹를 더하여 증권업으로 분류하였다.

‘보험’으로 분류된 16개 회사를 보험업으로 분류하였다. 또한 ‘금융업’으로 분류된 104개의 회사 중 위에서 분류한 은행업, 증권업, 보험업과 스팩주¹⁰ 3개를 제외한 28개 회사를 기타금융으로 분류하였다. 기타금융에는 저축은행, 캐피탈, 카드회사 등이 속한다.

또한 금융업과 다른 산업과의 네트워크를 분석하기 위해서 유가증권시장 산업별 지수를 사용한다. 산업별 업종은 금융업을 제외한 음식료업, 섬유 의복, 종이목재, 화학, 의약품, 비금속광물, 철강 및 금속, 기계, 전기전자, 의료정밀, 운수장비, 유통업, 전기가스업, 건설업, 운수창고, 통신업, 서비스업, 제조업 등 18개 산업이다. 이 분석을 위해서는 은행, 증권, 보험과 같은 영향력이 큰 금융업만 사용하였다.

그레인저 인과관계를 테스트 하기 위해서는 충분한 과거 자료를 필요하므로, 본 연구에서는 36개월씩 표본이동방법(Rolling Windows)으로 네트워크를 파악하였고, 그 기간 동안 존재하지 않는 회사 또는 거래정지 중인 주식은 제거하여 각 36개월 표본마다 구성되는 기업은 조금씩 다르다.

어떤 기관에서 다른 기관으로 위험이 전이되는 것을 분석하기 위하여 각 기업의 수익률 데이터가 가지고 있는 이분산성(Heteroskedasticity)을 제거해줘야 한다. 따라서 Generalized

⁷ 수익률의 산출은 수정주가를 사용한다. 증자나 액면분할, 배당 등이 있을 경우 가격괴리가 생겨 수익률에 크게 영향을 주는 것을 방지하기 위함이다.

⁸ BNK금융지주, DGB금융지주, JB금융지주, KB금융, 신한지주, 하나금융지주.

⁹ 한국금융지주, 메리츠금융지주

¹⁰ SPAC(Special Purpose Acquisition Company)이란 기업인수목적회사로 M&A를 목적으로 특별 상장하는 서류상의 회사를 의미한다.

AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)(1,1)으로 추정된 조건부분산으로 수익률 데이터를 나누어 주면 이분산성이 제거된다. 이렇게 표준화된 수익률은 아래와 같이 나타낼 수 있고 이는 실제 기관 사이에 존재하는 그레인저 인과관계를 좀더 정확히 포착할 수 있다.

$$\tilde{x}_t = \frac{x_t}{\hat{\sigma}_t}$$

$$\hat{\sigma}_t^2 = w + \alpha x_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

2. 실증분석

1) 금융업종 간 네트워크분석

Bank of England(2011)에 따르면 시스템리스크의 원인은 크게 시계열 리스크와 횡단면 리스크 두 가지로 나눌 수 있다. 시계열차원에서 발생하는 리스크는 시간의 흐름에 따라 변화하는 금융기관의 자기자본 건전성 및 유동성, 그리고 경기순환성으로 인해 발생하는 반면, 횡단면 차원의 리스크는 금융시스템의 구조 및 금융기관의 상호연계성으로 인해 발생한다.

본 연구에서 사용한 네트워크 방법은 시간의 흐름에 따라 변화하는 상호연계성이 어떻게 변화하는지 포착할 수 있기 때문에 시계열 리스크와 횡단면 리스크를 동시에 추정할 수 있다는 장점이 있다. 네트워크를 이루는 여러 지표들은 36개월동안의 시간구간 동안 횡단면적인 금융기관들의 상호 연계성을 파악할 수 있다. 이는 그레인저 인과관계의 특성상 금융기관 사이에 시차적 관계를 파악할 수 있고 표본이동방법으로 1개월씩 표본이동을 통해 지표들의 변화를 측정함으로써 시간에 따른 리스크의 변화를 측정할 수 있기 때문이다.

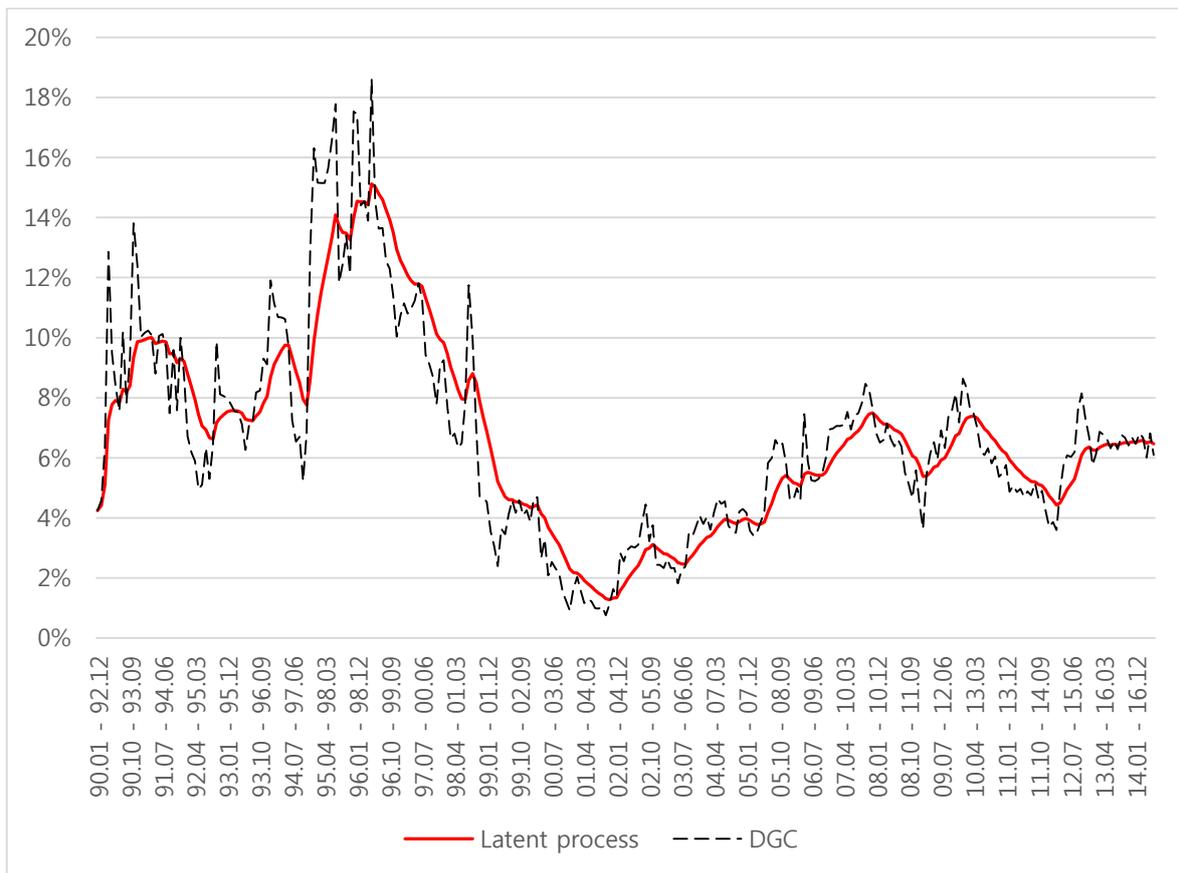
시계열 연계성과 리스크의 변화

먼저 시계열 리스크를 확인하기 위해 1990년부터 2017년까지 데이터를 통해 도출한 한국 금융시장에 존재하는 연계성(DGC)를 측정해본 결과는 <그림 1>과 같다. 1997년 외환위기 기간 동안 DGC의 값이 높은 수치를 유지한 후 1999년 후반 외환위기의 여파가 끝날 때까지 서서히 감소하는 경향을 보인다. 또한 2007년 미국의 서브프라임 모기지 사태로 시작한 글로벌

금융위기 및 유럽 재정위기 구간에도 높은 연계성을 보여주고 있다. 특히 이 구간에서는 글로벌 금융위기 이전부터 DGC는 높아지기 시작했으며 글로벌 금융위기, 2009년 유럽재정위기, 그리고 우리나라의 부동산 시장 침체에서 기인한 2011년 저축은행 사태가 발생하여 연계성이 높은 수준을 유지하고 있다.

<그림 1> DGC의 추이(1990- 2017)

그레인저 인과관계로 연결된 발생 가능한 총 개수 중 통계적으로 유의한 개수의 비율. 은행, 증권, 보험, 기타금융으로 분류한 금융기관 사이에 존재하는 상호연계성의 추이를 36개월 표본이동방법으로 나타내었다. DGC 지표가 그레인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 DGC의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.



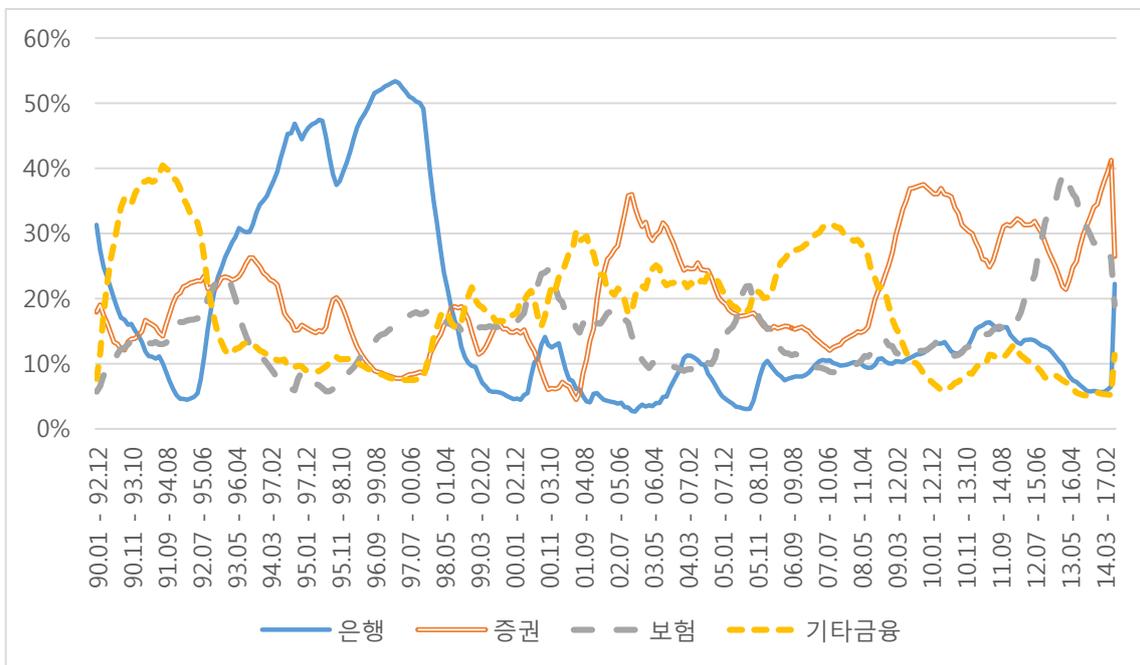
이는 국내외 금융시장 연계성을 외환위기와 글로벌 금융위기를 비교분석한 유복근·최경욱(2009)의 결과와 상당부분 궤를 같이한다. 이들 연구에 따르면, DCC-GARCH(Dynamic Conditional Correlation GARCH) 모형과 일반화 충격반응함수로 연계성을 추정한 연구결과 국내 금융시장간 연계성은 외환위기 때보다 글로벌 금융위기 동안 더 낮게

나타나고 있다.

다음으로 각 금융업종이 다른 금융업종에 영향을 미치는 영향을 앞서 살펴본 섹터간 연계성 지표로 살펴본다. Out-to-Others 지표를 통해 분석기간 전체를 살펴보면 보면 다음 <그림2>와 같다. 외환위기 구간에서는 은행이 다른 업종에 미치는 영향이 크지만 그 이후 기간은 다른업종에 미치는 영향이 미미해짐을 알 수 있다. 증권업은 2000년대 초반 이후 다른 업종에 미치는 영향이 커짐이 보이고 특히 유럽재정위기 기간에 그 비중이 커짐을 알 수 있다. 한편 기타금융업은 글로벌 금융위기 기간동안 다른 업종에 미치는 영향이 컸음을 확인할 수 있다

<그림 2> Out-to-Others의 추이(1990- 2017)

금융기관을 은행, 증권, 보험, 기타금융 4가지 섹터로 분류하고 다른 섹터에 영향을 주는 지표. 전체 Out-to-Others 지표 중에 각 섹터별로 다른 섹터에 얼마나 영향을 주는 지를 비율로 나타내었다. Out-to-Others 지표가 그레인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 Out-to-Others의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.

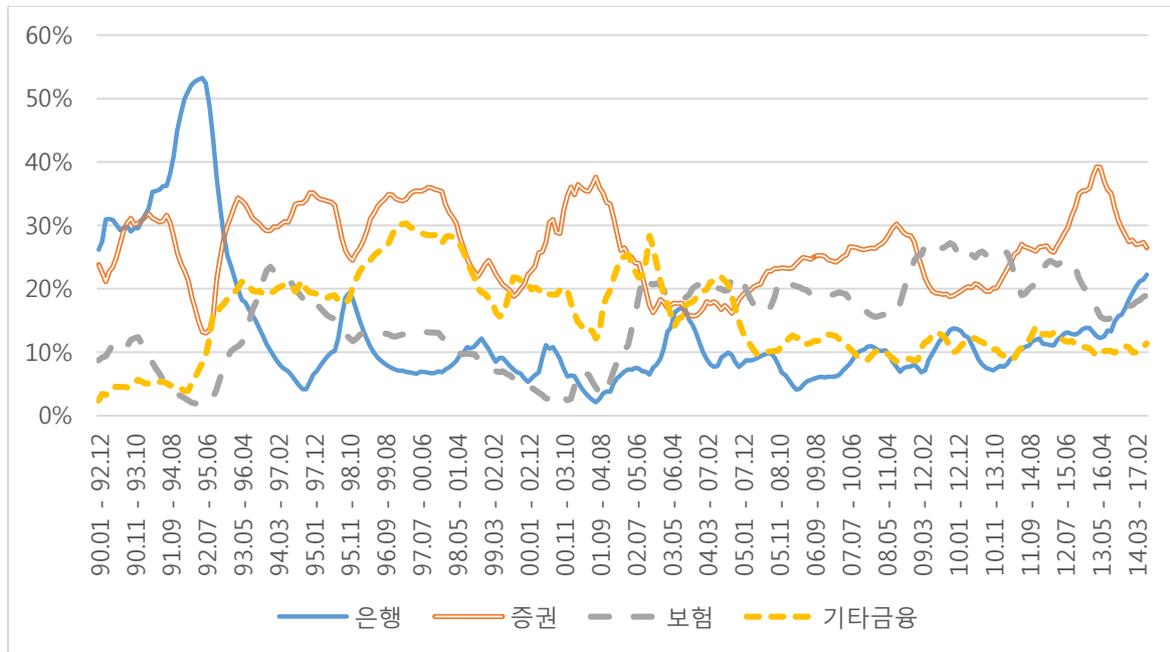


한편 각 금융업종이 다른 금융업으로부터 받는 영향을 나타낸 지표인 In-from-Others 지표를 통해 전체 기간을 살펴보면 다음 <그림3>과 같다. 90년대 초반을 제외하고는 증권업은 다른 업종으로부터 영향을 더 많이 받는 것을 알 수 있다. 반면 은행은 90년대 초반을 제외하고는 전반적으로 영향을 덜 받는 위치에 있다는 것을 알 수 있다. 기타금융업은

외환위기와 2000년대 중반까진 영향을 받는 위치였지만 그 이후에는 영향을 받는 비중이 낮아진다. 반면 보험업은 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 기간 동안 다른 기관으로부터 영향을 받는 정도가 증가함을 확인할 수 있다.

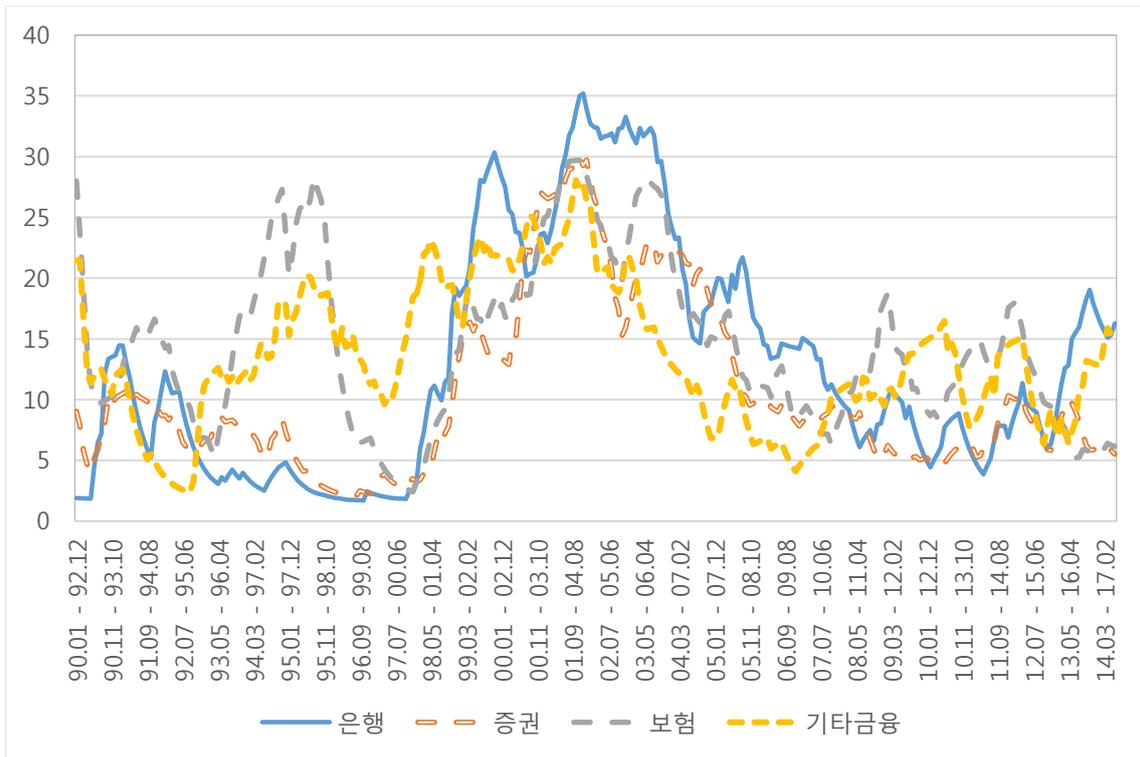
<그림 3> In-from-Others의 추이(1990 - 2017)

금융기관을 은행, 증권, 보험, 기타금융 4가지 섹터로 분류하고 다른 섹터로부터 영향을 받는 지표. 전체 In-from-Others 지표 중에 각 섹터별로 다른 섹터로부터 얼마나 영향을 받는 지를 비율로 나타내었다. In-from-Others 지표가 그래인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 In-from-Others의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화 하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.



<그림 4> 근접성(Closeness)의 추이(1990 - 2017)

한 기관이 그래인저 인과관계로 연결된 다른 기관까지 도달하는 최단 거리를 나타낸 지표. 수치가 낮을수록 직접적으로 연결되어 있다. 각 섹터 별로 근접성 지표의 평균을 구하여 나타내었다. 근접성 지표가 그래인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 근접성의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화 하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.

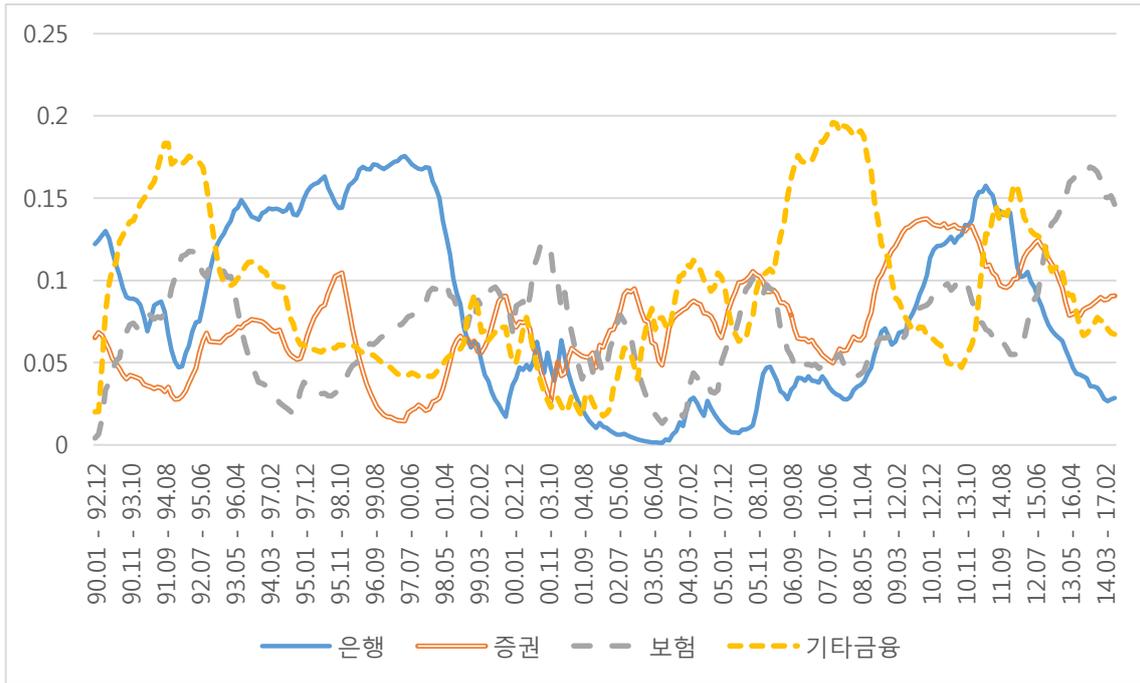


시간에 따른 금융기관 상호연계성의 긴밀도는 근접성지표를 통해 살펴보았다. 일반적으로 상호연계성이 심화되면 직접적으로 연결된 기관이 많아지므로 근접성 지표가 낮아야한다. <그림4>에서 보듯이, 외환위기 기간에는 은행, 증권, 보험의 근접성 지표가 낮아짐을 확인 할 수 있고 글로벌 금융위기 및 유럽재정위기 기간에도 전반적인 근접성이 낮아짐을 확인 할 수 있다.

마지막으로 각 업종이 차지하는 중심성을 보기 위해 고유벡터 중심성 지표를 다음 <그림5>와 같이 나타냈다. 고유벡터 중심성은 그 수치가 높을수록 네트워크상에서 중요한 위치에 있음을 나타낸다. 외환위기 기간 동안 은행의 중심성이 매우 높게 나타나고 이후 낮게 유지된다. 글로벌 금융위기 기간에는 기타금융업의 중심성이 높아지고 유럽재정위기 기간 동안에는 증권업의 중심성이 높아짐을 확인할 수 있다.

<그림 5> 고유벡터 중심성(Eigenvector Centrality)의 추이(1990 - 2017)

다른 기관의 중심성을 바탕으로 상대적으로 측정된 중심성 지표. 중요한 기관과 연결이 많이 될수록 중심성이 높아지므로 전체 네트워크에서 차지하는 영향력을 의미함. 각 섹터 별로 고유벡터 중심성 지표의 평균을 구하여 나타내었다. 고유벡터 중심성 지표가 그래인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 고유벡터 중심성의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화 하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.



횡단면 연계성과 리스크

다음으로 횡단면적 연계성을 관측하기 위해 금융위기가 있었던 기간과 호황기였던 기간을 선택하여 비교 분석해보았다. 기간은 총 4개¹¹로 외환위기 (1996년 1월-1998년 12월) 와 글로벌 금융위기(2007년 11월-2010년 10월), 유럽재정위기 및 저축은행사태(2010년 2월-2013년 1월)와 호황기였던 2004년 8월-2007년 7월을 선택하였다.

다음의 <표1>은 각 기간별로 DGC의 지표를 금융기관 업종별로 정리한 표이다. 기간마다 존재하는 기업의 숫자가 달라지고 외환위기 이후 많은 금융회사들이 통폐합을 거치기에 전체 기관의 수와 DGC는 자연스레 감소하게 되고 이를 보정하기 위해 오른편 표는 비율로 표시하였다. <표1>의 결과를 볼 때 금융시장에 위기가 왔을 때 호황기 때에 비해 연계성은 2배 이상으로 높아짐을 알 수 있다. 특히, 외환위기의 경우 703으로 약 9배가량 높음을 알 수 있고 이는 우리나라 금융시장 내부요인으로부터 발생한 위기가 글로벌 금융위기, 유럽 재정위기와 같은 대외적 요인으로부터 발생한 위기보다 훨씬 심각하다는 것을 알 수 있다.

¹¹ 각각의 기간은 통계청이 경기종합지수를 바탕으로 산정하는 경기순환기를 기준으로 삼았다. 외환위기 구간은 제 6순환기의 수축 국면(96년3월-98년8월), 글로벌금융위기 구간은 제9순환기의 수축국면(08년 1월-09년2월), 유럽재정위기 및 저축은행사태는 제10순환기의 수축국면(11년8월-13년3월), 호황기는 제 9순환기의 확장국면 (05년4월-08년1월)을 최대한 포함하도록 하였다.

<표 1>. 주요 기간별 연계성과 업종별 비율

왼쪽의 표는 주요기간별로 그래인저 인과관계로 연결된 전체 Edge의 수를 은행, 증권, 보험, 기타금융 4가지 업종별로 나누어 Out, In의 수로 나타내었다. 오른쪽 표는 이를 전체 연결된 수로 나누어 업종별 Out, In을 비율로써 나타내었다.

		To												
		1996-01-31 to 1998-12-31 IMF 외환위기												
From	Sum	은행	증권	보험	기타금융	Total	Portion	은행	증권	보험	기타금융	Total		
	은행	30	154	66	110	360	은행	4%	22%	9%	16%	51%		
	증권	20	81	18	48	167	증권	3%	12%	3%	7%	24%		
	보험	17	24	6	40	87	보험	2%	3%	1%	6%	12%		
	기타금융	22	42	12	13	89	기타금융	3%	6%	2%	2%	13%		
	Total	89	301	102	211	703	Total	13%	43%	15%	30%	100%		
	DGC	17.44												
			2004-08-31 to 2007-07-31 호황기											
	Sum	은행	증권	보험	기타금융	Total	Portion	은행	증권	보험	기타금융	Total		
	은행	2	1	0	5	8	은행	2%	1%	0%	6%	9%		
증권	2	16	6	9	33	증권	2%	18%	7%	10%	38%			
보험	5	7	6	2	20	보험	6%	8%	7%	2%	23%			
기타금융	3	10	10	4	27	기타금융	3%	11%	11%	5%	31%			
Total	12	34	22	20	88	Total	14%	39%	25%	23%	100%			
DGC	3.74													
		2007-11-30 to 2010-10-31 글로벌 금융위기												
Sum	은행	증권	보험	기타금융	Total	Portion	은행	증권	보험	기타금융	Total			
은행	3	10	4	4	21	은행	2%	5%	2%	2%	11%			
증권	7	51	10	10	78	증권	4%	26%	5%	5%	40%			
보험	2	11	3	4	20	보험	1%	6%	2%	2%	10%			
기타금융	13	29	15	19	76	기타금융	7%	15%	8%	10%	39%			
Total	25	101	32	37	195	Total	13%	52%	16%	19%	100%			
DGC	8.29													
		2010-02-28 to 2013-01-31 유럽재정위기, 저축은행사태												
Sum	은행	증권	보험	기타금융	Total	Portion	은행	증권	보험	기타금융	Total			
은행	3	15	8	2	28	은행	2%	9%	5%	1%	17%			
증권	14	32	24	19	89	증권	8%	19%	15%	12%	54%			
보험	5	16	16	3	40	보험	3%	10%	10%	2%	24%			
기타금융	1	4	3	0	8	기타금융	1%	2%	2%	0%	5%			
Total	23	67	51	24	165	Total	14%	41%	31%	15%	100%			
DGC	8.33													

먼저 외환위기 기간을 살펴보면 먼저 은행이 다른 업종에 미치는 영향이 매우 큼(53%)을 알 수 있고 증권사가 다른 업종에 비해 많은 영향(43%)을 받는 것을 알 수 있다. 이는 외환위기 당시 IMF 구제금융 협약으로 인해 은행들이 BIS 자기자본 비율을 높여야 했고 이는 자연스럽게 대출금리 인상과 여신동결로 이어지면서 다른 업종에 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 반대로 이런 통화긴축으로 인해 은행들이 종금사들에 콜자금 제공 중단과 단기 대출금을 회수하면서 종금사들이 위기에 처했고, 실제 97년 12월부터 98년 2월사이에 총 34개의 종합금융사의 영업정지 및 폐쇄, 인가취소 등의 상황을 잘 설명한다고 할 수 있다.

한편 위기기간과 비교하기 위해 2000년 중반 저금리 기조로 인한 부동산시장과 주식시장의

상승세를 보였던 호황기를 살펴보면 증권업을 제외한 다른 업종들은 골고루 영향을 주고 받음을 알 수 있고 특히, 은행의 경우 전체 시스템에 미치는 영향이 현저히 감소함(51%~>9%)을 확인할 수 있다. 증권업의 경우는 다른 업종에 비해 주고 받는 영향이 높은 것으로 보인다. 이는 주식시장 호황 및 펀드 열풍으로 인해 증권업이 높은 수익을 얻은 것에서 기인한 것으로 보여진다.

글로벌 금융위기 구간을 살펴보면 증권업이 In과 Out 모두에서 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 이는 미국 발 금융위기로 인해 외국계 투자자금이 빠져나가면서 증권사에 미친 직접적인 영향과 증시하락 및 거래대금 축소로 인한 수익성이 악화되었기 때문이다. 이러한 결과는 개인투자자들이 주식시장보다 안전자산으로 옮겨감에 따라 개인투자자의 주식거래비중이 글로벌 금융위기 이전과 비교하여 상당히 감소하였고 이는 위탁매매가 주 수익이었던 증권업에 악 영향을 미쳤을 것이라 주장하는 강종만(2015)의 연구 결과와 상당히 유사하다.

마찬가지로 유럽재정위기와 저축은행사태가 있었던 구간에서도 증권업이 차지하는 In과 Out의 비중이 매우 크다. 이 역시 유럽에서 재정위기가 대두되면서 유럽계 자본이 한국 금융시장으로부터 투자자금을 회수한 영향이 크다고 할 수 있다. 한가지 아쉬운 점은 기타금융의 영향력이 상대적으로 미미하게 나와 저축은행사태를 잘 설명할 수 없다는 점이다. 그 이유는 2011년부터 2013년 까지 퇴출된 총 33개의 저축은행 중 실제 주식시장에 상장되어 있는 경우는 5개 회사¹²밖에 되지 않아 이를 잘 반영하지 못한 것과 저축은행 사태가 다른 금융기관이나 금융시장에 미치는 영향이 크지 않았기 때문으로 해석할 수 있다.

한편 <표 2>는 네트워크 전체 지표를 각각의 기간과 업종별로 정리한 요약표로 네트워크상의 다른 지표들을 통해 좀더 구체적으로 각 구간을 살펴볼 수 있다. 먼저 외환위기 기간의 은행의 근접성지표는 제일 낮고 고유벡터 중심성의 지표는 제일 높음을 알 수 있다. 이는 위기의 근원지로 볼 수 있는 근거가 될 수 있다. 또한 글로벌 금융위기 기간 및 유럽 재정위기 기간은 2004년-2007년 호황기에 비해 모든 금융업의 근접성지표가 낮고 고유벡터 중심성 지표가 높게 나옴을 알 수 있다. 특히, 은행과 증권의 근접성은 다른 두 업종에 비해 상당히 낮은 편이고 중심성도 높음을 확인할 수 있다.

1 2 서울저축은행, 솔로몬저축은행, 제일저축은행, 진흥저축은행, 한국저축은행

<표 2> 주요 기간 및 업종별 전체 네트워크 지표의 요약

주요기간별 그래인저 인과관계 네트워크를 구성하는 모든 지표의 기초통계량. 은행, 증권, 보험, 기타금융 4가지 업종별 각 지표의 최소값, 평균값, 최대값을 주요기간별로 나타내었다.

	In			Out			In+Out			In-from-Others			Out-to-Others			In+Out-Others			Closeness			Eigenvector Centrality		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
1996-01-31 to 1998-12-31 IMF 외환위기																								
은행	1	6.36	21	3	25.71	48	5	32.1	53	0	4.21	19	2	23.57	46	3	27.79	50	1.24	1.59	1.95	0.04	0.19	0.36
증권	3	12.54	23	1	6.96	25	5	19.5	36	0	6.13	14	1	6.13	24	1	12.25	30	1.60	1.89	1.98	0.00	0.04	0.10
보험	1	8.50	26	1	7.25	33	4	15.8	38	0	3.00	17	1	5.83	25	1	8.83	25	1.48	1.88	1.98	0.00	0.07	0.38
기타금융	3	15.07	43	0	6.36	17	11	21.4	43	0	7.21	34	0	4.79	14	3	12.00	34	1.73	6.26	63.00	0.00	0.06	0.18
2004-08-31 to 2007-07-31 호황기																								
은행	0	1.50	4	0	1.00	3	1	2.50	5	0	1.25	4	0	0.75	1	1	2.00	5	1.94	13.48	48	0.00	0.00	0.00
증권	0	1.70	8	0	1.65	17	0	3.35	18	0	1.65	8	0	1.55	16	0	3.20	17	1.65	24.97	48	0.00	0.05	0.64
보험	0	2.00	6	0	1.82	6	0	3.82	8	0	2.00	6	0	1.36	4	0	3.36	7	1.88	14.51	48	0.00	0.05	0.30
기타금융	0	2.00	6	0	2.70	15	0	4.70	18	0	1.50	4	0	2.40	12	0	3.90	15	1.69	15.74	48	0.00	0.07	0.40
2007-11-30 to 2010-10-31 글로벌 금융위기																								
은행	0	3.13	7	0	2.63	5	3	5.75	8	0	2.75	5	0	2.25	4	3	5.00	7	1.90	7.70	48	0.00	0.03	0.06
증권	0	4.39	27	0	3.39	28	0	7.78	30	0	3.96	23	0	3.09	24	0	7.04	26	1.42	9.93	48	0.00	0.08	0.46
보험	1	3.56	9	0	2.22	7	1	5.78	12	1	3.11	7	0	2.00	6	1	5.11	11	1.85	12.18	48	0.00	0.07	0.26
기타금융	2	4.11	7	0	8.44	25	2	12.56	27	1	3.67	7	0	7.00	21	2	10.67	23	1.48	12.05	48	0.00	0.17	0.48
2010-02-28 to 2013-01-31 유럽재정위기, 저축은행사태																								
은행	0	3.29	7	1	4.00	11	2	7.29	16	0	2.86	7	0	3.57	10	2	6.43	13	1.75	1.91	1.98	0.04	0.14	0.29
증권	0	2.91	9	0	3.87	14	2	6.78	23	0	2.26	8	0	3.26	13	1	5.52	21	1.68	3.74	44	0.00	0.13	0.36
보험	0	5.67	15	0	4.44	10	0	10.11	25	0	4.78	13	0	3.89	10	0	8.67	21	1.77	6.57	44	0.00	0.12	0.30
기타금융	0	4.00	18	0	1.33	3	0	5.33	20	0	3.67	17	0	1.17	3	0	4.83	18	1.93	15.97	44	0.00	0.06	0.18

이러한 결과는 <그림 6>에서 금융업종 간의 네트워크를 도식화하여 요약하였다. 네트워크의 밀집도를 통해 얼마나 연계성이 심화되었는지를 알 수 있어 쉽게 결과를 요약할 수 있다. 또한 각 노드(Node)의 색은 섹터 별로 구분하였고 Out의 방향을 화살표가 가는 방향으로 나타내고 In은 받는 방향으로 나타냄과 동시에 엣지(Edge)의 색은 Out하는 기관의 색과 동일하게 나타냄으로써 섹터 별, 기관 별 영향을 주고 받는 정도를 쉽게 파악 할 수 있다. 노드의 크기는 고유벡터 중심성의 크기로 나타내어 어느 기관이 중요한지를 한눈에 파악 가능하다.

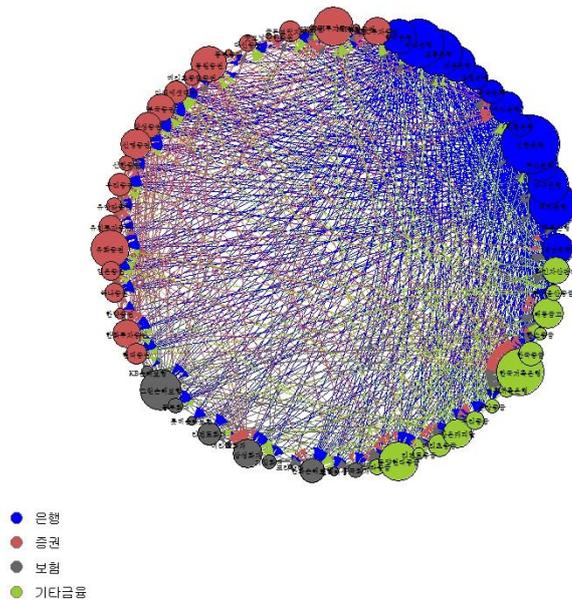
이러한 결과는 다른 연구들과 비교하여 상당부분 유사한 것으로 확인된다. 이병근(2016)은

분기별 주식수익률 데이터를 통해 그래인저 인과관계의 네트워크를 분석한 결과 증권사가 영향을 주거나 받는 역할을 한다고 주장했고, 서현덕(2014)은 기대손실비율 자료를 통해 그래인저 인과관계 네트워크분석을 한 결과 은행업과 금융투자업이 다른업종에 주로 영향을 주고 있는 반면 저축은행업과 보험업은 영향을 받는 위치에 있다고 주장했다. 차이점을 보이는 부분은 분석 대상이 다른 것과 기간의 차이에서 기인한다.

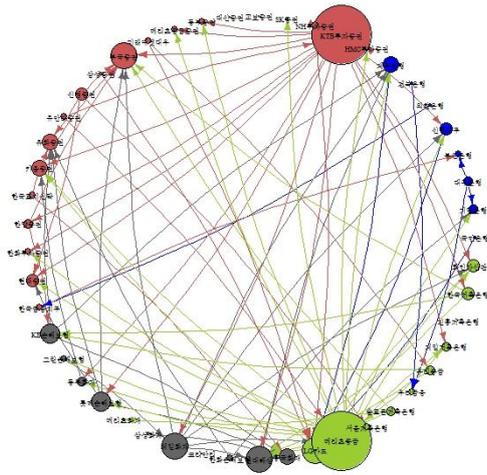
<그림 6> 주요 기간별 금융업종 간 Network Diagram

각 노드(Node)의 색은 섹터 별로 구분하였다. Out의 방향성은 화살표가 가는 방향을 나타내고 In은 화살표가 받는 방향이다. 엣지(Edge)의 색은 Out하는 기관의 색과 동일하게 나타내었다. 노드의 크기는 고유벡터 중심성의 크기를 나타내므로 어떤 기관이 중요한지 한눈에 파악하기 쉽다.

1996.01 - 1998.12 IMF 외환위기

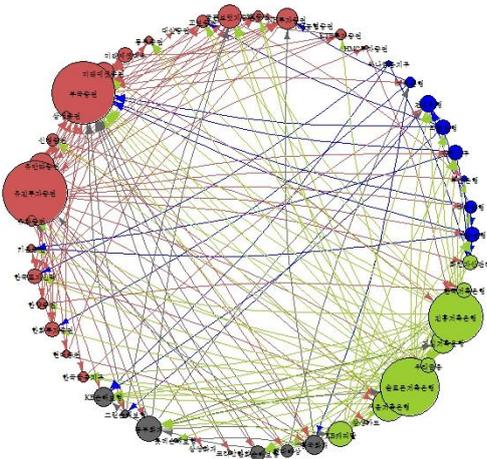


2004.08 - 2007.07 호황기

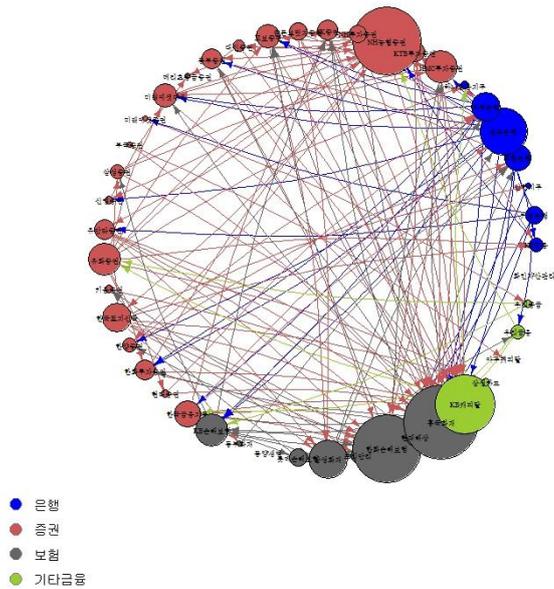


- 은행
- 증권
- 보험
- 기타금융

2007.11 - 2010.10 글로벌 금융위기



- 은행
- 증권
- 보험
- 기타금융



이상의 네트워크 지표들을 기반으로 종합적인 결론을 내려보면 다음과 같다. 외환위기의 경우 은행이 미치는 영향이 매우 크고 증권업은 영향을 많이 받음을 확인 할 수 있다. 그 이후 기간 동안에는 증권업이 다른 업종에 영향을 미치거나 받는 위치에 있으며 보험업은 주로 영향을 받는 위치에 있다고 말할 수 있다. 글로벌 금융위기 및 유럽재정위기 기간에는 증권업과 기타금융업이 다른 업종에 미치는 영향이 크고 보험과 증권업이 영향을 받는 위치에 있고 특히, 증권업 내에서 서로 주고받는 영향이 크다는 특징을 알 수 있다.

2) 금융업과 다른 산업간 네트워크분석

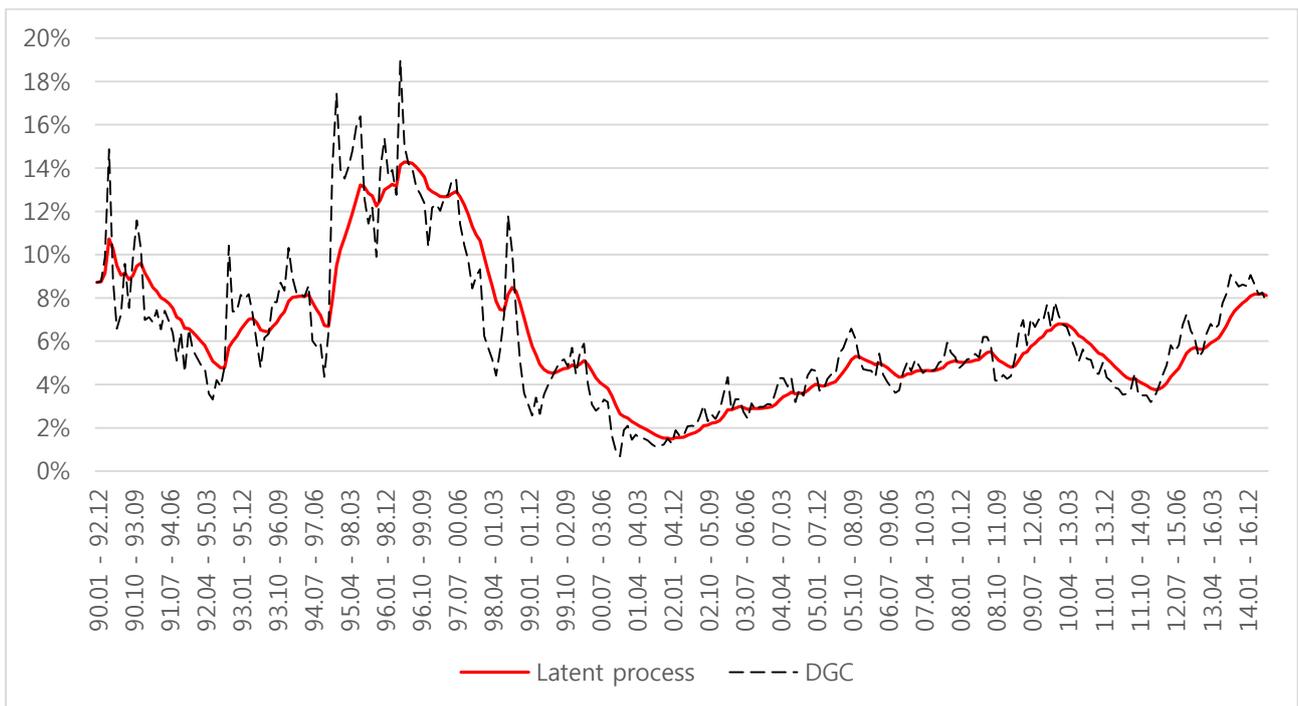
우리나라의 외환위기와 글로벌 금융위기 사례에서 볼 때 금융위기의 초기 국면에는 거래와 계약으로 연결된 금융기관끼리만 위험이 전이 되지만, 위험이 확대 되면서 금융시스템이 본연의 기능을 수행하지 못하게 된다면 금융시장 전체의 유동성 고갈로 인해 다른 산업에도 악영향을 미친다. 즉, 금융업에서의 위험이 다른 산업, 특히 실물경제로 전이되어 저성장과 경기침체를 발생시킬 가능성이 높다.¹³ 본 연구에서는 이를 분석하기 위해 금융업(은행, 증권,

¹³ 금융위기가 실물경제로 전이되는 것을 분석한 연구는 다음과 같다. Bernake et al.(1999)는 금융시장의 충격이 실물경제로 확대될 수 있다고 분석하였고, 국내연구로 이근영·문호성(2014), 이근영(2015)은 시스템리스크의 상승이 산업생산, 동행종합지수를 하락시키고 실업률을 증가시킨다고 분석하였다.

보험)과 다른 산업과의 상호연계성을 그래인저 인과관계 네트워크 분석을 통해 측정하였다. 다음 <그림 7>를 통해 DGC의 추이를 살펴보면 상기 금융업종간 네트워크분석 결과(결과1)와 마찬가지로 외환위기 기간 동안 타 실물경제부문과의 상호연계성이 높게 나타난다. 글로벌 금융위기와 유럽재정위기 때 역시 높은 수치를 보이지만 금융업종간 네트워크분석 결과와는 달리 위기시의 연계성이 그리 크지 않는 것으로 나타난다.

<그림 7> 금융업 및 다른 산업 DGC의 추이 (1990 - 2017)

그래인저 인과관계로 연결된 발생 가능한 총 개수 중 통계적으로 유의한 개수의 비율. 은행, 증권, 보험, 다른 산업으로 분류한 4가지 섹터 사이에 존재하는 상호연계성의 추이를 36개월 표본이동방법으로 나타내었다. DGC 지표가 그래인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 DGC의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.

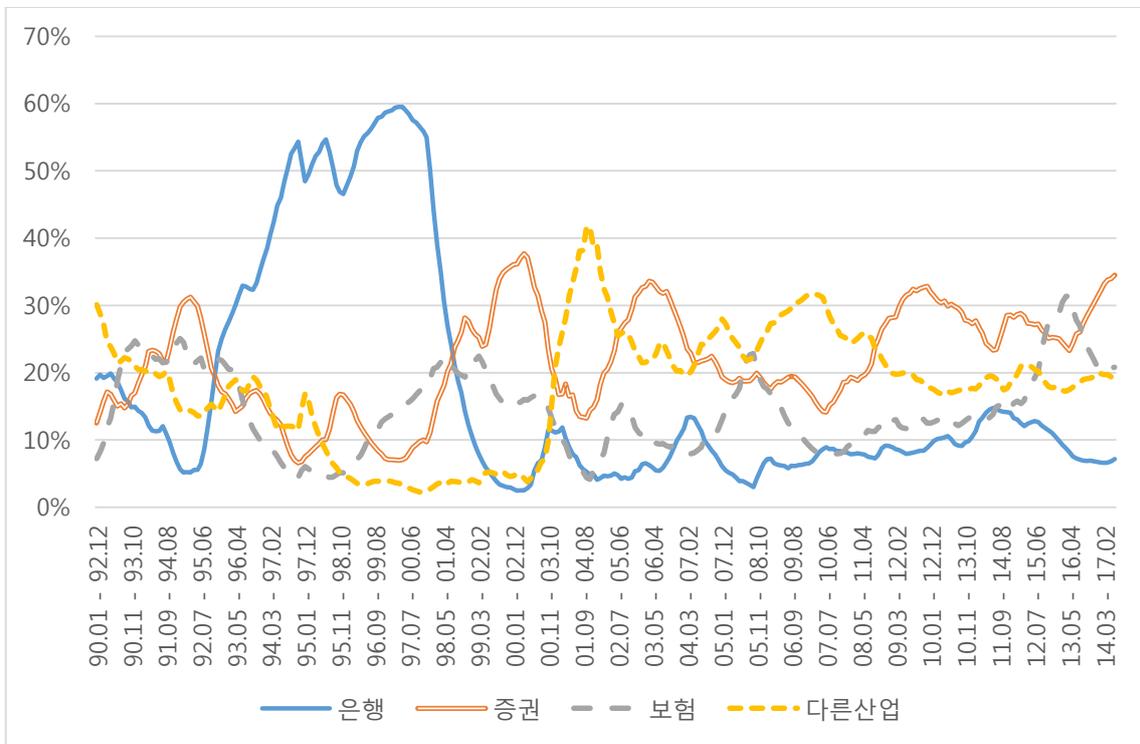


다음으로 각 금융업종이 다른 산업과의 영향을 주고 받는 것을 살펴보기 위해 <그림 8> Out-to-Others 지표와 <그림 9> In-from-Other 지표를 살펴보았다. 먼저 외환위기 구간에서는 금융업종간 네트워크분석 결과와 마찬가지로 은행이 영향을 주는 위치에 있음을 알 수 있다. 반면 실물경제부문은 상당히 많은 영향을 받고 있음을 확인 할 수 있다. 이는 은행의 고금리로 인해 부채상환부담이 가중된 수많은 기업들이 도산했던 상황을 잘 설명해 준다.

또한 금융업 이외의 다른 산업이 받는 영향은 2000년 초반까지 상당히 높게 유지되는데 이는 99년 이후에도 많은 기업들이 도산했고 그 이후에는 IT버블로 인한 영향¹⁴으로 해석할 수 있다.

<그림 8> 금융업 및 다른 산업 Out-to-Others의 추이 (1990 - 2017)

은행, 증권, 보험, 다른 산업 4가지 섹터로 분류하고 다른 섹터에 영향을 주는 지표. 전체 Out-to-Others 지표 중에 각 섹터별로 다른 섹터에 얼마나 영향을 주는 지를 비율로 나타내었다. Out-to-Others 지표가 그래인저인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 Out-to-Others의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.



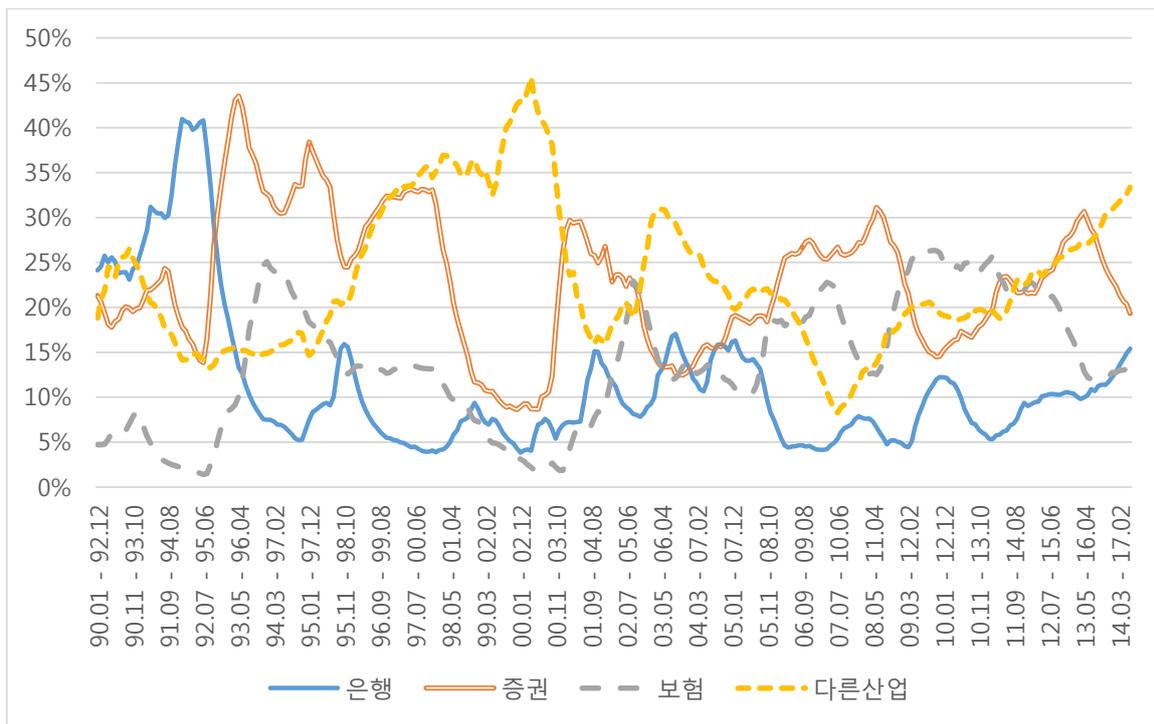
한편 2000년대 초반부터 금융업 이외의 타 산업이 금융업에 미치는 영향이 높다가 글로벌 금융위기 이후 그 비율이 감소하였고, 증권업이 다른 업종에 미치는 영향이 높아짐을 볼 수 있다. 반면 영향을 받는 지표를 살펴보면 2000년 중반 다른 산업이 받는 영향이 높아진 후 낮아지는 추세를 보이고, 증권업이 받는 영향은 증가하는 추세를 확인할 수 있다. 글로벌 금융위기 기간에는 금융업 이외의 타 산업과 보험업이 받는 영향이 높아지는 추세를 보인다.

¹⁴ 이는 98-00년 사이 DGC 수치가 감소하다가 다시 증가한 부분에서도 확인할 수 있고 실제 1999년 대우그룹 해체와 함께 2000년 현대그룹은 구조조정을 겪었다. 당시 두 그룹은 재계서열 1, 2위의 그룹이었다.

또한 근접성 지표¹⁵를 확인해볼 때 외환위기때 은행의 근접성은 매우 낮고 2000년대 이후 높아진 근접성 지표는 다시 글로벌 금융위기와 유럽재정위기때 낮아짐을 확인 할 수 있다. 특히, 이 기간동안 다른산업과 증권업의 근접성이 상대적으로 낮음을 확인할 수 있다. 고유벡터 중심성은 외환위기 기간에 은행이 높았고 영향을 받는 위치였던 증권과 다른산업은 낮게 확인된다. 또한 글로벌 금융위기 이후에는 증권업과 다른산업의 중심성이 상대적으로 높게 나타난다.

<그림 9> 금융업 및 다른 산업 In-from-Others의 추이 (1990 - 2017)

은행, 증권, 보험, 다른 산업 4가지 섹터로 분류하고 다른 섹터로부터 영향을 받는 지표. 전체 In-from-Others 지표 중에 각 섹터별로 다른 섹터로부터 얼마나 영향을 받는 지를 비율로 나타내었다. In-from-Others 지표가 그래인저 인과관계로부터 추정된바 시계열상의 변동성이 추정오차를 포함한 일시적인 변동성을 포함하고 있어, 이 그림에서는 칼만필터(Kalman filter)를 사용하여 In-from-Others의 잠재적 프로세스(latent process)를 시각화 하였다. 칼만필터에 대한 자세한 과정은 부록에 수록하였다.



네트워크의 지표들을 종합적으로 판단해보면 외환위기, 글로벌금융위기, 유럽재정위기 같은 금융위기가 있을 때는 금융업이 금융업 이외의 다른 산업에 영향을 미치고 이러한

¹⁵ 근접성지표의 추이와 고유벡터 중심성 지표 추이 및 주요기간별 연계성과 업종별 비율, 네트워크 지표의 요약 통계량은 부록을 참고 바란다.

영향은 상당기간 지속됨을 확인 할 수 있다. 특히, 위협의 전이 정도는 외환위기 때 크게 나타나고 그 위협은 주로 은행으로부터 오는 것을 확인 할 수 있다. 글로벌 금융위기의 경우 그 위협의 전이는 상대적으로 적게 나타나고 증권업이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 외환위기를 겪은 이후 금융업의 리스크관리 강화와 우리나라 기업들의 재무구조 건전성 및 산업의 체질 강화에서 기인한다고 해석할 수 있다.¹⁶ 한편 평상시 또는 호황기에는 다른 산업이 금융업에 영향을 미치기도 하고 금융업이 다른 산업에 영향을 미치기도 하는 것으로 나타났다. 이는 실물경제가 활성화 될 때 자금조달의 증가와 함께 금융업에 긍정적 영향을 주고 이에 대한 선순환(positive feed-back)으로 금융업이 실물경제에도 긍정적 영향을 주는 것으로 해석해볼 수 있다.

3) 외환위기 이후 금융시스템의 구조변화(structural break)

DGC의 추이와 SCC의 추이(Out-to-Others, In-from-Others)를 살펴보면 외환위기를 기점으로 그 양상이 달라짐을 확인할 수 있다. 특히, DGC의 경우 외환위기가 끝나갈 무렵인 1999년 후반을 기점으로 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 이는 한국경제가 외환위기를 겪으면서 금융시스템에 구조적인 변화(structural break)가 일어난 것으로 추론해볼 수 있다.

따라서 DGC의 추이에 구조변화가 있는지 확인하기 위해 통계적 검정을 실시하였다. 구조변화시점(structural break point)을 기준으로 외환위기 이전과 외환위기 이후 두 개¹⁷의 레짐(regime)으로 나누어 집단간 차이가 있는지에 대한 검정을 하였다. DGC의 추이가 정규성을 만족하지 않아 t-검정 대신 윌콕슨 순위합 검정(Wilcoxon rank sum test)를 실시하였다. 그 결과 W통계량은 1731.5로 두 추이가 같다는 귀무가설은 1% 유의수준에서 기각되었다. 즉, 외환위기 전과 후의 추이가 다를 수 있고 구조변화가 있음을 확인할 수 있다.

한편 함준호(2007)에 따르면 실제 외환위기 때 추진된 금융 구조조정 정책의 특성은

¹⁶ 신후식, 유승선, and 연훈수(2009)에 따르면 가계부분을 제외한 경제주체들의 건전성은 외환위기에 비하여 개선된 상태로 보고 있다.

¹⁷ 2개의 레짐으로 나눈 까닭은 90년대 초반 금융자유화 이후 구조적 변화가 발생하기 시작했고 외환위기 이후 본격적으로 금융시스템의 변화가 생겼기 때문이다(조복현, 2007). 특히, 김정희 and 장병기(2010)에 따르면 실제 주식시장은 1992년 외국인의 국내주식 직접투자를 허용 했고 외환시장은 1990년 3월 고정환율제를 폐지했고 채권시장은 1994년 7월 외국인의 중소기업 무보증사채 매입허용을 시작으로 개방이 시작되었다.

다음과 같다. 우선, 구조조정은 비 은행부문보다 은행부문이 우선순위로 진행되었고 시장원리 보다는 정부 주도 하에 이루어졌으며 기업의 구조조정은 재무구조가 재구성된 은행권을 통해 간접적으로 추진하였다. 또한, 금융부문의 구조조정은 정부 지원 하에 금융기관의 인수, 합병 등 의도적인 대형화, 그룹화가 추진되었고, 이를 위해 영미식 지배구조개혁과 이를 뒷받침하기 위한 각종 제도개선이 이루어졌다. 그리고, 금융산업과 자본시장의 거의 전면적인 대외개방¹⁸이 이루어졌다.

이러한 구조조정의 결과 변화된 금융시스템의 특징¹⁹은 첫째, 종전의 은행중심금융체제(bank-oriented financing structure)에서 자본시장을 통한 자금조달 기능이 강화된 시장중심금융체제(market-oriented financing structure)로 전환하였고, 대형화, 그룹화로 인해 금융기관의 수익성과 건전성이 좋아졌다고 볼 수 있다.

특히 시장중심금융체제로의 전환은 상당히 많은 연구²⁰에서 외환위기 이후의 한국 금융시스템의 가장 큰 변화로 설명하는데, 개방확대와 규제완화 등으로 외국인 투자자금이 증가하였고 자본시장의 규모와 유동성이 커지고 효율성이 높아졌기 때문이다. 본 연구의 결과인 외환위기 이전에는 은행이 다른 업종에 미치는 영향이 높고 증권업이 미치는 영향은 낮았지만 외환위기 이후에는 증권업의 영향이 높아지고 은행이 미치는 영향은 감소한다는 것도 이를 실증적으로 잘 설명할 수 있다.

또한 구조변화시점²¹을 기준으로 DGC의 수치를 비교해본 <그림 10>를 보면 외환위기 이전 수치보다 외환위기 이후 수치가 평균적으로 낮음을 알 수 있다. 이는 외환위기를 겪은 후 상호연계성이 낮아짐으로 해석할 수 있고 이는 외환위기 이후 한국경제의 거시건전성이 높아지고 금융시스템이 안정화된 것에서 기인한다고 볼 수 있다.

<그림 10> 외환위기를 전후한 DGC의 추이와 평균(1990 - 2017)

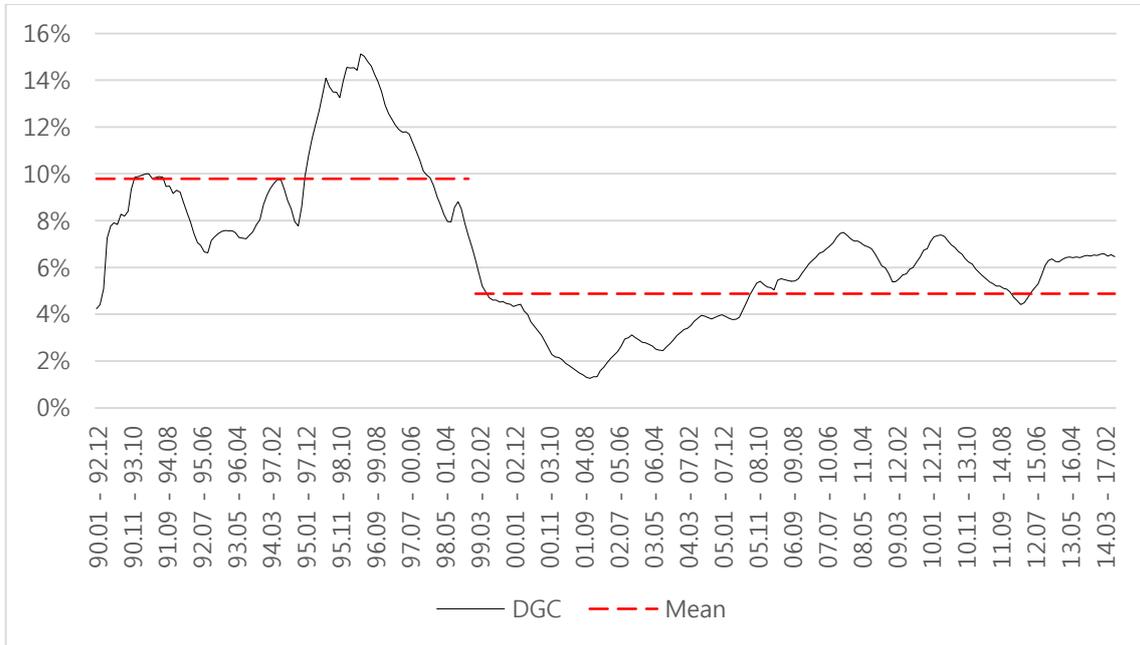
¹⁸ 1997년 환율변동 제한폭을 폐지하고 완전자유변동환율제를 시행했으며 1998년 외국인 주식투자한도가 폐지되었다. 주시가격제한폭도 1995년 6%에서 1998년 15%로 점진적으로 확대 변경되었다.

¹⁹ 윤옥자, 강규호(2004), 함준호(2007)

²⁰ Demirgüç and Levine(1999), 소재환(2001), 재정경제부(2002), 조복현(2007)

²¹ 구조변화 시점은 홍승계, 강규호(2004), 김정희, 장병기(2010)의 연구 및 국가신용등급 상승 시점 등을 종합적으로 고려하여 1999년 1월로 선택하였다.

그레인저 인과관계로 연결된 발생 가능한 총 개수 중 통계적으로 유의한 개수의 비율. 은행, 증권, 보험, 기타금융으로 분류한 금융기관 사이에 존재하는 상호연계성의 추이를 36개월 표본이동방법으로 나타내었다. <그림 1>과 같으나 외환위기 이후 구조변화를 확인할 수 있다. 빨간 점선은 구조변화 시점을 전후로 나누어 각각의 레짐에서 평균을 나타낸 선이다.



V. 결론

본 연구에서는 시스템리스크를 측정하기 위해 국내 금융시장에 존재하는 상호연계성에 대해 분석하였다. 월별 주식수익률 데이터를 통해 그레인저 인과관계 네트워크 분석을 하였고 금융기관간 연계성과 섹터별 연계성, 근접성, 중심성 등의 지표를 도출했다. 이를 바탕으로 한 실증분석 결과 외환위기, 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 기간 동안 전체 금융기관 사이에 존재하는 연계성이 심화됨을 확인할 수 있다. 특히, 외환위기의 경우 한국의 내부적 요인으로부터 발생한 위기이기에 연계성의 정도는 대외적 요인으로부터 시작된 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기에 비해 상당히 높음을 알 수 있다.

본 연구에서는 다른 연구들과는 달리 금융업과 금융업 이외의 다른 산업과의 연계성을 분석하였다. 금융시장의 불안이 다른 실물 산업까지 전이된다면 경제 전체의 위험이 심화되었다고 볼 수 있기 때문이다. 외환위기, 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 기간 동안에는 금융업이 다른 산업에 미치는 영향이 커짐을 확인할 수 있다. 그러나 위험의 전이 정도와 양상은 조금 다르다. 외환위기 때가 위험의 전이가 상대적으로 더 크게 나타났으며

은행으로부터 영향을 받았음을 알 수 있고, 반면 글로벌 금융위기 및 유럽재정위기 때는 주로 증권업으로부터 영향 받음을 확인할 수 있다.

또한 이런 결과로부터 외환위기 이후 금융시스템의 구조변화가 일어났음을 확인할 수 있다. 첫째, 영향을 주고받는 주체의 변화를 통해 과거 은행으로부터 자금 조달을 받던 은행중심금융체제에서 자본시장을 통한 자금조달 기능이 강화된 시장중심금융체제로 전환했음을 확인할 수 있다. 둘째, 외환위기를 전후한 DGC의 평균적인 수치차이로부터 한국경제의 금융시스템이 안정화되었고 거시건전성이 높아졌다고 판단할 수 있다.

한편 월별 주식수익률 보다 고빈도(High frequency)자료를 사용할 경우 좀더 가까운 과거의 시장의 상황을 잘 반영할 수 있으므로 DGC의 변화 과정을 좀 더ダイナミック하게 포착할 수 있을 거라 기대되었다. 하지만 실제 주별 주식수익률 데이터를 통해 나온 결과는 그렇지 못했다. 고빈도 자료의 특성상 작은 사건이나 개별 주식에 미치는 개별정보 등에 영향이 크기 때문으로 해석된다.

금융기관 사이에 존재하는 상호연계성은 시스템리스크를 파악하는데 중요한 지표가 되고 금융시장 및 거시건전성을 감독하는 정책 수립에 중요한 고려사항이 된다. 본 연구는 비조건적으로 상호연계성을 측정하므로 시스템리스크의 발생가능성에 대한 정보를 제공한다. 또한 금융시스템 내부 및 실물경제와의 네트워크를 분석함으로써 위험이 전이되는 경로와 과정을 직관적이고 신속하게 파악할 수 있다. 이는 금융시스템의 붕괴와 실물경제로의 위험전이를 사전에 예방하고 선제적인 대응을 하는데 기여할 수 있을 것이다. 또한 본 연구는 주식수익률 데이터를 사용하였지만 다른 금융시장과 다른 국가의 데이터를 사용함으로써 좀더 다양하고 확장적인 금융감독 및 거시건전성 정책 수립에 활용할 수 있고 이를 바탕으로 시스템리스크에 대한 대비를 잘 할 수 있을 거라 기대한다. 나아가 시스템리스크에 대한 정의가 확립되어있지 않고 이를 측정하는 것 또한 연구자마다 다양하므로 가능한 다양한 방법을 통해 시스템리스크를 종합적으로 분석하는 것이 바람직해 보인다.

<참고문헌>

- 강종만. “글로벌 금융위기 이후 환경변화와 국내 증권업의 발전방향에 관한 연구”, KIF 금융리포트 2015.4 (2015), pp. 1-99.
- 김정희, 장병기. “금융시장 환경변화에 따른 거시경제 및 해외변수들의 주가에 대한 영향력 변화”, 산업경제연구 23.4 (2010), pp. 2105-2134.
- 김진호, 김윤정. “CoVaR 를 이용한 금융권역 간 리스크 전이 분석”, 사회과학연구논총 23 (2010), pp. 75-103.
- 서현덕. “그레인저 인과관계 네트워크를 이용한 금융기관간 상호연계성추정”, 연구보고서 14-04, 자본시장연구원 (2014)
- 소재환. “은행중심금융체제 대 증권중심금융체제의 비교연구”, 경영연구 16.3 (2001), pp. 219-239
- 신후식, 유승선, 연훈수. “경제위기의 전개와 대응-외환위기와 최근의 금융위기를 중심으로”, 국회예산정책처 경제현안분석 38 (2009).
- 유복근, 최경욱. “국내외 금융시장의 연계성 변화 분석: 외환위기와 글로벌 금융위기 기간을 중심으로”, 국제경제연구 16.1 (2010), pp. 161-191
- 윤옥자, 강규호. “외환위기 전후 금리· 환율· 주가 변동성에 관한 분석”, 한국은행 금융경제분석 (2004).
- 이근영. “주성분분석을 이용한 시스템적 리스크 측정”, 금융연구, 29(1), (2015), pp. 31-61.
- 이근영, 문호성. “국내 금융기관의 시스템적 리스크 측정”, 한국경제연구 32.1 (2014), pp. 5-39.
- 이병근. “우리 나라 은행산업의 상호연계도 측정”, 경제연구 34 (2016), pp. 1-24.
- 이인호, 김영도, 송연호, 이준서, 정재만. “거시건전성 감독과 신용정보”, KIF working paper 2015.15 (2015), pp. 1-187.
- 재정경제부. “금융정책의 새로운 패러다임-주식시장중심의 자금순환체계구축”, 정책토의자료(7월) (2002)
- 조복현. “한국의 금융시스템 변화와 금융화 발전”, 사회경제평론 (2007), pp. 253-296.

- 한국은행. “한국의 거시건전성정책”, 한국은행 (2015)
- 함준호. “외환위기 10 년: 금융시스템의 변화와 평가”, 경제학연구 55.4 (2007), pp. 401-445.
- 홍승제, 강규호. “마코프-스위칭 GARCH 모형을 이용한 외환위기 전후 경제레짐 변화시점 추정”, 한국은행, 금융경제연구 172 (2004).
- Acemoglu, D., Ozdaglar, A., and Tahbaz-Salehi, A., 2015, Systemic risk and stability in financial networks. *American Economic Review*, 105(2), pp. 564-608.
- Acharya, V., Pedersen L.H., Philippon, T., and Richardson, M., 2017, Measuring systemic risk, *Review of Financial Studies* 30.1, pp. 2-47.
- Adrian, Tobias, and Markus K. Brunnermeier., 2016, CoVaR, *American Economic Review* 106.7, pp. 1705-1741.
- Bernanke, B. S., Gertler, M., & Gilchrist, S., 1996, The flight to quality and the financial accelerator. *Review of Economics and Statistics*, 78(1), pp. 1-15.
- Brownlees, Christian T., and Robert Engle., 2012 Volatility, correlation and tails for systemic risk measurement. Available at SSRN 1611229.
- Billio, M., Getmansky, M., Lo, A. W., and Pelizzon, L., 2012, Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics* 104.3, pp. 535-559.
- Bisias, D., Flood, M., Lo, A. W., and Valavanis, S., 2012, A survey of systemic risk analytics. *Annual Review of Financial Economics* 4.1, pp. 255-296.
- Demirgüç-Kunt, Asli, and Ross Levine., 2001 Bank-based and market-based financial systems: Cross-country comparisons. Chapter3 in Dermirguc-Kunt and Levine eds. *Financial Structure and Economic Growth*, The MIT Press
- ECB, 2009, The concept of systemic risk, *European Central Bank Financial Stability Review*, December 2009.
- ENGLAND, BANK OF., 2011 Instruments of macroprudential policy. *Bank of England Discussion Paper* 20.
- Fama, Eugene F., and Kenneth R. French., 1997, Industry costs of equity. *Journal of*

financial economics 43.2, pp. 153-193.

Francis X. Diebold, Kamil Yilmaz. 2016 Trans-Atlantic Equity Volatility Connectedness: U.S. and European Financial Institutions, 2004-2014, *Journal of Financial Econometrics*, Volume 14, Issue 1, pp. 81-127,

G10, 2001, Report on Consolidation in the Financial Sector. G10 .

Granger, Clive WJ., 1969, Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica: Journal of the Econometric Society* , pp. 424-438.

Huang, Xin, Hao Zhou, and Haibin Zhu., 2012, Systemic risk contributions. *Journal of financial services research* 42.1-2, pp. 55-83.

Kalman, R. E., 1960, A new approach to linear filtering and prediction problems. *Journal of basic Engineering*, 82(1), pp. 35-45.

Kenett, D. Y., Tumminello, M., Madi, A., Gur-Gershgoren, G., Mantegna, R. N., and Ben-Jacob, E. 2010. Dominating clasp of the financial sector revealed by partial correlation analysis of the stock market. *PLoS one*, 5(12), e15032.

Kim, Yong-Cheol, Gabjin Oh, and Hyeongsop Shim., 2013, Systemic Risk, Financial Crisis and Vulnerability of Economy. *한국재무학회 학술대회*, pp. 2263-2286.

Kirchgässner, Gebhard, and Jürgen Wolters., 2007, Introduction to modern time series analysis. Springer Science & Business Media.

Mantegna, R.N., 1999, Hierarchical structure in financial markets, *European Physical Journal B* 11(1):193-197.

Merton, R. C., Billio, M., Getmansky, M., Gray, D., Lo, A. W., and Pelizzon, L., 2013, On a New Approach for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks (corrected). *Financial Analysts Journal* 69.2, pp. 22-33.

Naylor, M. J., Rose, L. C., Moyle, B. J. 2007. Topology of foreign exchange markets using hierarchical structure methods. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 382(1), pp. 199-208.

Onnela, J. P., Chakraborti, A., Kaski, K., Kertesz, J., and Kanto, A. 2003. Asset trees and asset graphs in financial markets. *Physica Scripta*. 2003(T106). 48.

Yun, Jaeho, and Hyejung Moon., 2014, Measuring systemic risk in the Korean banking sector via dynamic conditional correlation models. *Pacific-Basin Finance Journal* 27, pp. 94-114.

<부록>

<참고> 칼만필터를 활용한 노이즈 제거

칼만필터는 상태-공간모형(state-space model)을 추정하기 위한 방법으로 본 연구에서 산출한 네트워크 지표들을 다음과 같이 관측방정식과, 상태방정식으로 나타낼 수 있다.

$$\text{관측방정식} : y_t = \alpha_t \cdot \mu_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad \varepsilon_t \sim iid N(0, H_t)$$

$$\text{상태방정식} : \mu_t = \beta_t \cdot \mu_{t-1} + \eta_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad \eta_t \sim iid N(0, Q_t)$$

y_t 는 관측변수들로 DGC와 같은 네트워크 지표들을 의미하고 ($N \times 1$) 차원의 벡터이다. α_t 는 상태변수를 관측변수와 연결시켜주는 계수이다. ε_t 는 관측변수의 측정오차를 나타내는 오차항으로 평균이 0 공분산이 H_t 인 정규분포를 따른다. μ_t 는 상태변수들의 벡터($M \times 1$)이고 잡음이 제거된 네트워크 지표를 의미한다. β_t 는 상태변수들의 전이과정을 나타내는 계수이며 η_t 는 상태변수의 측정오차를 나타내는 오차항으로 평균이 0 공분산이 Q_t 인 정규분포를 따른다. 본 연구에서는 네트워크 지표들이 비정상(non-stationary) 시계열이므로 상태방정식을 랜덤워크로 가정하였다.

상태변수의 초기값 μ_0 는 다음과 같이 평균이 a_0 이고 분산이 P_0 를 따르고 이 두 값을 가정하고 시작해야 한다.

$$E(\mu_0) = \mu_0, \quad Var(\mu_0) = P_0$$

또한, 확률오차항 ε_t 와 η_t 는 아래와 같이 모든 시차에 상관관계가 없고 상태변수의 초기값과도 상관관계가 없어야 한다.

$$E(\varepsilon_t \cdot \eta_s) = 0 \text{ for all } s=1, \dots, T$$

$$E(\varepsilon_t \cdot a_0) = 0, \quad E(\eta_t \cdot a_0) = 0 \text{ for all } t=1, \dots, T$$

칼만필터는 다음과 같이 예측(prediction)과 수정(update)의 2단계 과정을 거친다. 예측은 $t-1$ 기 정보를 바탕으로 t 기 상태변수와 그 분산의 예측치를 구한다.

예측방정식(prediction equation)

$$\text{조건부평균} : \mu_{t|t-1} \stackrel{\text{def}}{=} E(\mu_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = \beta_t \cdot \mu_{t-1|t-1}$$

$$\text{조건부분산} : P_{t|t-1} \stackrel{\text{def}}{=} var(\mu_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = \beta_t P_{t-1|t-1} \beta_t' + Q_t$$

예측 과정이 끝나면 다음과 같이 예측오차와 예측오차의 공분산을 구할 수 있다.

$$\text{예측오차} : v_{t|t-1} = y_t - \hat{y}_t = y_t - \alpha_t \cdot \mu_{t|t-1}$$

$$\text{예측오차의 공분산} : F_{t|t-1} \stackrel{\text{def}}{=} var(v_{t|t-1}) = H_t + \alpha_t \cdot \mu_t \cdot \alpha_t'$$

위에서 구한 예측오차와 예측오차의 공분산을 토대로 다음과 같은 수정과정을 거친다.

수정방정식(updating equations)

$$\mu_{t|t} \stackrel{\text{def}}{=} E(\mu_t | y_t, y_{t-1}, \dots) = \mu_{t|t-1} + K_t \cdot v_{t|t-1} = \mu_{t|t-1} + P_{t|t-1} \cdot \alpha_t' \cdot F_{t|t-1}^{-1} (y_t - \alpha_t \cdot \mu_{t|t-1})$$

$$P_{t|t} \stackrel{\text{def}}{=} \text{var}(\mu_t | y_t, y_{t-1}, \dots) = P_{t|t-1} - P_{t|t-1} \cdot \alpha_t' \cdot F_{t|t-1}^{-1} \cdot \alpha_t \cdot P_{t|t-1}$$

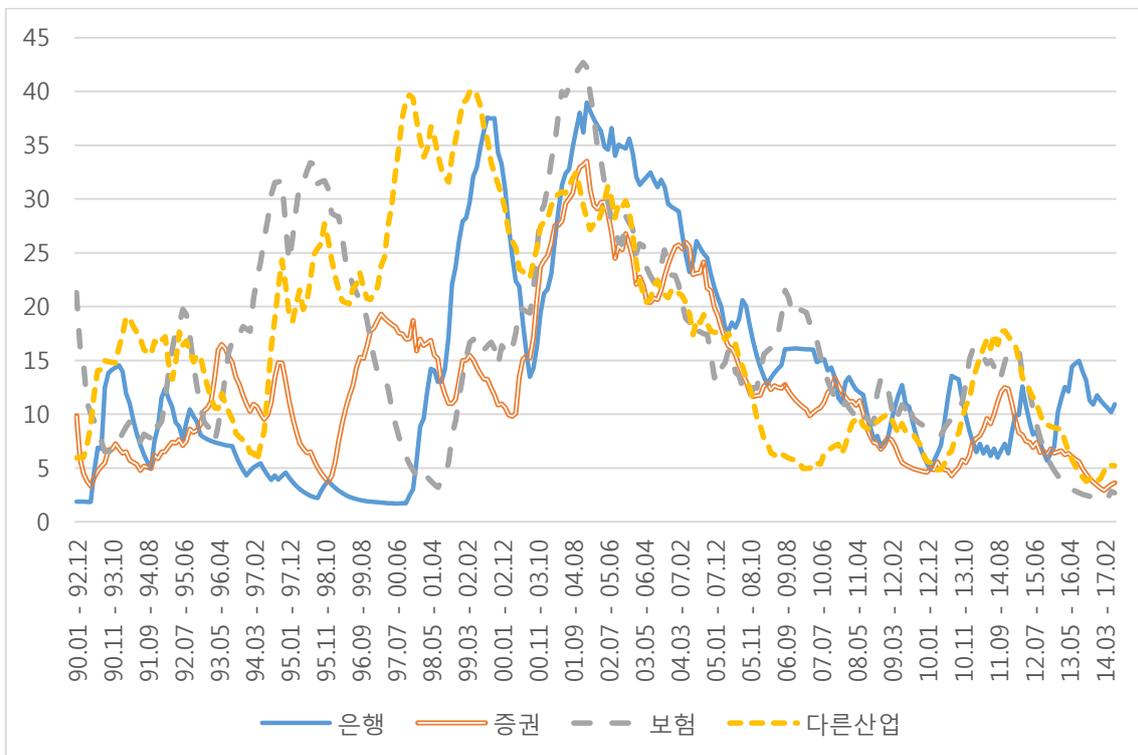
여기서 K_t 는 예측오차에 담긴 상태변수에 대한 새로운 정보의 가중치로 칼만이득(kalman gain)이라 부른다. 예측한 결과 큰 오차를 초래하였다면 즉, 전 시점에서의 예측오차의 분산 $F_{t|t-1}$ 이 크면 칼만이득은 작게 되어 새로운 정보(예측오차항 $v_{t|t-1}$)에 상대적으로 적은 비중을 두게 되고 update한 상태변수 $\mu_{t|t}$ 의 계산과정에서 수정은 작게 이루어진다. 본 연구에서는 이런 과정을 거쳐서 나온 상태변수 $\mu_{t|t}$ 를 잡음이 제거되었다고 여기고 이를 그래프로 나타내었다.

관측방정식과 상태방정식의 모수는 정규분포 가정하에 아래와 같은 최대가능도함수(MLE)를 사용하고 수치최적화를 통해 추정한다.

$$\log L = -\frac{NT}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log F_t + v_t' F_t^{-1} v_t)$$

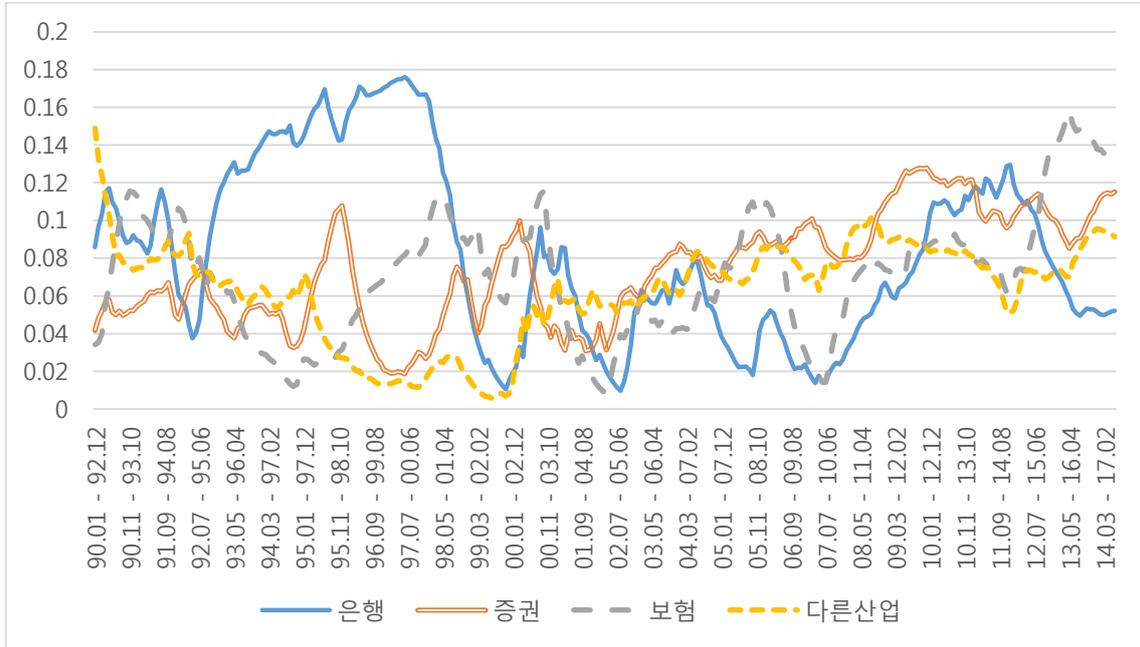
<그림 A1> 금융업 및 다른 산업 Closeness의 추이 (1990 - 2017)

한 기관이 그래인저 인과관계로 연결된 다른 기관까지 도달하는 최단 거리를 나타낸 지표. 수치가 낮을수록 직접적으로 연결되어 있다. 섹터 별로 근접성 지표의 평균을 구하여 나타내었다



<그림 A2> 금융업 및 다른 산업 Eigenvector Centrality의 추이 (1990 - 2017)

다른 기관의 중심성을 바탕으로 상대적으로 측정된 중심성 지표. 중요한 기관과 연결이 많이 될수록 중심성이 높아지므로 전체 네트워크에서 차지하는 영향력을 의미함. 각 섹터 별로 고유벡터 중심성 지표의 평균을 구하여 나타내었다.



<표 A1> 금융업 및 다른 산업의 주요 기간별 연계성과 업종별 비율

왼쪽의 표는 주요기관별로 그래인저 인과관계로 연결된 전체 Edge의 수를 은행, 증권, 보험, 다른산업 4가지 업종별로 나누어 Out, In의 수로 나타내었다. 오른쪽 표는 이를 전체 연결된 수로 나누어 업종별 Out, In을 비율로써 나타내었다.

		To										
From	1996-01-31 to 1998-12-31 IMF 외환위기											
	Sum	은행	증권	보험	다른산업	Total	Portion	은행	증권	보험	다른산업	Total
	은행	30	154	66	116	366	은행	5%	25%	11%	19%	59%
	증권	20	81	18	41	160	증권	3%	13%	3%	7%	26%
	보험	17	24	6	13	60	보험	3%	4%	1%	2%	10%
	다른산업	7	8	6	12	33	다른산업	1%	1%	1%	2%	5%
	Total	74	267	96	182	619	Total	12%	43%	16%	29%	100%
	DGC	17.44										
	2004-08-31 to 2007-07-31 호황기											
	Sum	은행	증권	보험	다른산업	Total	Portion	은행	증권	보험	다른산업	Total
	은행	2	1	0	2	5	은행	2%	1%	0%	2%	5%
	증권	2	16	6	15	39	증권	2%	16%	6%	15%	38%
	보험	5	7	6	5	23	보험	5%	7%	6%	5%	23%
	다른산업	14	7	3	11	35	다른산업	14%	7%	3%	11%	34%
	Total	23	31	15	33	102	Total	23%	30%	15%	32%	100%
	DGC	3.74										
	2007-11-30 to 2010-10-31 글로벌 금융위기											
	Sum	은행	증권	보험	다른산업	Total	Portion	은행	증권	보험	다른산업	Total
	은행	3	10	4	1	18	은행	2%	6%	2%	1%	10%
	증권	7	51	10	23	91	증권	4%	28%	6%	13%	50%
보험	2	11	3	2	18	보험	1%	6%	2%	1%	10%	
다른산업	6	28	2	18	54	다른산업	3%	15%	1%	10%	30%	
Total	18	100	19	44	181	Total	10%	55%	10%	24%	100%	
DGC	8.29											
2010-02-28 to 2013-01-31 유럽재정위기, 저축은행사태												
Sum	은행	증권	보험	다른산업	Total	Portion	은행	증권	보험	다른산업	Total	
은행	3	15	8	6	32	은행	1%	7%	3%	3%	14%	
증권	14	32	24	27	97	증권	6%	14%	10%	12%	42%	
보험	5	16	16	10	47	보험	2%	7%	7%	4%	21%	
다른산업	8	10	19	16	53	다른산업	3%	4%	8%	7%	23%	
Total	30	73	67	59	229	Total	13%	32%	29%	26%	100%	
DGC	8.33											

<표 A2> 금융업 및 다른 산업의 주요 기간 및 업종별 전체 네트워크 지표의 요약

주요기간별 그래인저 인과관계 네트워크를 구성하는 모든 지표의 기초통계량. 은행, 증권, 보험, 다른산업 4가지 업종별 각 지표의 최소값, 평균값, 최대값을 주요기간별로 나타내었다.

	In			Out			In+Out			In-from-Others			Out-to-Others			In+Out-Others			Closeness			Eigenvector Centrality		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Min	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
1996-01-31 to 1998-12-31 IMF 외환위기																								
은행	0	5.29	19	4	26.14	48	6	31.43	50	0	3.14	13	3	24.00	47	4	27.14	48	1.24	1.59	1.94	0.03	0.20	0.35
증권	2	11.13	19	0	6.67	28	3	17.79	36	0	4.71	13	0	5.83	27	0	10.54	30	1.56	4.44	63	0.00	0.04	0.13
보험	1	8.00	22	0	5.00	31	3	13.00	36	0	2.50	13	0	3.58	23	0	6.08	23	1.51	22.25	63	0.00	0.06	0.43
다른산업	6	13.00	25	0	2.36	6	6	15.36	28	0	4.71	14	0	1.86	5	1	6.57	18	1.90	15.03	63	0.00	0.02	0.05
2004-08-31 to 2007-07-31 호황기																								
은행	0	2.88	6	0	0.63	2	1	3.50	6	0	2.63	5	0	0.38	2	0	3.00	5	1.96	35.74	56	0.00	0.02	0.15
증권	0	1.55	6	0	1.95	19	0	3.50	20	0	1.50	6	0	1.85	18	0	3.35	19	1.66	20.87	56	0.00	0.07	0.69
보험	0	1.36	6	0	2.09	5	1	3.45	7	0	1.36	6	0	1.64	4	1	3.00	6	1.91	11.78	56	0.00	0.04	0.15
다른산업	0	1.83	9	0	1.94	8	0	3.78	14	0	1.72	8	0	1.17	5	0	2.89	10	1.86	22.97	56	0.00	0.05	0.28
2007-11-30 to 2010-10-31 글로벌 금융위기																								
은행	0	2.3	6	0	2.25	5	2	4.5	7	0	1.88	4	0	1.88	4	2	3.75	5	1.91	8.84	57	0.00	0.03	0.07
증권	0	4.3	36	0	3.96	39	0	8.3	43	0	3.91	32	0	3.65	35	0	7.57	39	1.32	16.28	57	0.00	0.07	0.70
보험	0	2.1	6	0	2.00	4	1	4.1	10	0	1.67	5	0	1.78	4	1	3.44	9	1.93	8.08	57	0.00	0.08	0.24
다른산업	0	2.4	7	0	3.00	16	1	5.4	18	0	2.39	7	0	2.67	13	1	5.06	15	1.72	5.00	57	0.00	0.08	0.34
2010-02-28 to 2013-01-31 유럽재정위기, 저축은행사태																								
은행	0	4.29	8	1	4.57	15	2	8.86	23	0	3.86	8	0	4.14	14	2	8.00	20	1.73	1.92	1.98	0.03	0.13	0.33
증권	0	3.17	10	0	4.22	15	2	7.39	23	0	2.52	9	0	3.61	14	1	6.13	21	1.73	6.62	56	0.00	0.11	0.31
보험	1	7.44	22	0	5.22	14	1	12.67	36	1	6.56	18	0	4.67	14	1	11.22	32	1.75	7.91	56	0.00	0.10	0.31
다른산업	0	3.2778	11	0	2.94	11	2	6.22	16	0	2.94	9	0	2.50	7	2	5.44	13	1.80	4.95	56	0.00	0.09	0.23