

SERI 이슈 페이퍼

2012. 3.

효과적 수요 예측 방법과 사례

목차

요약

I. 연구배경

II. 수요 예측 방법과 사례

III. 활용방안 및 시사점

작성 : 박성배 수석연구원(3780-8223)

sbpark@seri.org

김정우, 전상인, 김창욱, 최은정,

이치호, 허용석 수석연구원

SAMSUNG

삼성경제연구소

《 요 약 》

1. 연구배경

□ 거시경제 상황의 급변, 소비트렌드의 변화, 대체기술의 부상 등 불확실한 경영환경으로 수요 예측의 중요성이 더욱 강조

- 부적절한 수요 예측은 과잉투자나 기회손실 등 금전적인 문제뿐 아니라 리더십의 약화나 새로운 경쟁자의 부상 등 더 심각한 문제를 초래

- 정확한 수요 예측은 많은 자원이 필요하며, 최고경영진의 관심이 중요

□ 다양한 예측 기법의 특성을 이해하고 상황에 맞는 방법을 찾는 것이 긴급

수요 예측 기법의 종류와 특징

구분		적합한 환경	특징
정성적	전문가 의견 활용	- 과거와 같은 데이터 수집이 불가능한 상황 - 해당 제품 또는 유사 제품 시장에 대한 경험과 지식을 보유한 전문가 확보 가능	- 적합한 전문가 확보가 관건
	컨조인트 분석	- 제품의 기능이나 속성별 니즈를 파악 - 신제품/기능의 시장 반응을 예측	- 정확도가 높아 기업에서 널리 사용 - 고비용의 소비자 서베이 필요
	인덱스 분석	- 공산품보다 부동산, 프로젝트 등 회소제품의 선택 가능성 예측에 적합	- 선택 가능성에 대한 다수의 사전 연구가 필요
정량적	회귀분석	- 분석 대상의 데이터 확보 여부가 중요 - 인과관계 파악이 필요한 모든 분야	- 변수의 민감도 파악이 용이 - 엑셀 등에서도 쉽게 추정
	시계열 분석	- 과거 데이터 수집이 용이한 분야 - 다양한 변수, 시차 등 복잡한 인과관계를 모형화 가능	- 예측 목적으로 개발된 전형적 모형 - 충격에 의한 미래 장기 영향을 파악
	확산모형	- 신제품이나 신기술에 대한 수요 예측 - 과거 데이터 수집이 불가능하거나 초기 데이터만 활용 가능한 상황	- 신제품이 구성원들 사이에서 퍼져나가는 과정을 모델링 - 대중매체와 구전효과를 반영
시스템	정보 예측 시장	- 제품 또는 주변 상황에 대해 장기적으로 실시간 변화를 파악하고자 할 때 적합	- 큰 비용이 들지 않는 장점 - 시장 참여자가 많아야 의미 있는 정보 추출이 가능
	시스템 다이내믹스	- 수요가 산업 내적인 요인에 의해 주로 영향을 받는 경우	- 산업의 동태적 변화를 산업의 구조에 기반하여 이해
	인공신경망	- 인과관계가 복잡하고 많은 데이터 분석이 필요한 예측 문제에 적합 - 미래 고객을 발굴하는 마케팅 문제에도 활용	- 사전 지식이 없어도 일정한 알고리즘을 활용하여 최적화된 결과를 도출 - 인과관계에 대한 설명이 부족

2. 수요 예측 방법과 사례

① 정성적 접근

- 전문가 의견 활용: 데이터 수집이 불가능하거나 관련 자료가 충분치 않을 경우 전문가 의견을 통해 전망치나 민감도를 도출하는 방식
 - 전문가 의견을 체계적으로 수렴하고 활용하기 위해 다양한 방법론이 개발되었는데, 이 중 Judgmental bootstrapping과 델파이(Delphi)가 대표적
 - Judgmental bootstrapping: 정량적 모델이 존재하지 않을 때 전문가에게 다양한 가상 시나리오에 대한 의견을 수집하여 모델을 정립
 - 델파이(Delphi): 전문가 의견을 반복 설문하여 합의된 전망치를 도출
- 컨조인트 분석: 서베이를 이용한 실험을 통해 소비자가 선택한 제품의 우선순위를 바탕으로 소비자 선호도를 분석하여 수요 예측에 활용하는 기법
 - 여러 속성으로 구성된 다양한 제품에 대한 우선순위를 소비자들이 직접 결정하게 함으로써 소비자 선호도를 평가
 - 분석된 소비자 선호도를 기반으로 수요 예측, 시장 세분화, 가격 결정, 예상 시장점유율 도출 등 다양한 분석에 유용하게 활용
- 인덱스(Index) 분석: 소수의 선택 가능한 대안을 다양한 관점에서 비교·평가하여 어떤 대안이 선택(또는 소비)될 것인지 예측하는 기법
 - 최종 선택에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수들을 나열하고, 변수별로 후보들을 평가하거나 상호 비교하여 후보들의 선택 가능성을 제시
 - 예를 들어, 미국 대통령 선거 당선자 예측 모델에서는 가족, 정치경력 등 다양한 범주에서 59가지 변수를 도출하여 후보를 평가

② 정량적 접근

- 회귀분석: 변수 간 인과관계를 파악하는 통계 방법으로, 예측뿐 아니라 민감도 측정 등 다양한 분야에서 활용 가능
 - 예측을 위해서는 종속변수에 영향을 주는 독립변수들의 예측치가 필요하므로, 모형 추정과 병행하여 독립변수들의 예측치 확보 여부도 체크
 - 특정 변수 혹은 외부 환경의 변화에 대한 민감도 측정뿐 아니라 불확실성이 높은 상황을 고려하는 시뮬레이션에도 활용
- 시계열 분석: 예측을 목적으로 개발된 통계적 모형으로, 다른 예측방법에 비해 상대적으로 장기간 동안의 과거 자료를 확보해야 함
 - 시계열 자료의 안정성 등 시계열 자료에 대한 기본적인 이해와 검증이 중요하며, 안정성 여부와 모형 내 변수 수 등에 따라 분석방법이 다양
 - 거시경제·금융 관련 분야에서 활용도가 높으며, 예측뿐 아니라 외부 충격에 의한 반응을 장기적으로 파악할 수 있다는 장점
- 확산모형: 제품이 집단 구성원들 사이에서 대중매체나 구전의 영향으로 퍼져나가는 과정을 모델링한 기법으로 신제품의 수요 예측에 주로 사용
 - 잠재수요를 비롯하여 대중매체와 구전의 영향을 결정하는 각각의 계수만 추정하면 수요 모델이 결정
 - 초기 데이터 이용, 전문가의 경험 활용, 유사 사례 적용 등으로 추정
 - 컬러 TV, VCR, PC 등 새로운 전자제품의 수요 예측이 대표적 사례
 - PC나 TV처럼 기능이 개선되어 신제품이 출시되는 경우에는 기본 확산 모형에 기술대체 모델을 접목하여 세대 간 대체를 반영한 모델을 적용

③ 시스템적 접근

- 정보 예측 시장(Prediction Market): 선물 시장(Future Market)과 같은 베팅 게임 시스템을 구축하여 참여자들의 행동을 토대로 정보를 수집하고 전망을 예측하는 방법
 - 예측에 대한 참여자들의 판단이 종합적으로 반영되며 시장의 매매 가격이 결정되고 시장을 둘러싼 상황이 변할 때마다 가격이 실시간 재조정됨
 - 참여자들은 결과의 발생 가능성이나 결과의 크기에 대한 본인의 판단과 시장 가격을 고려하여 베팅 여부를 결정

- 시스템 다이내믹스: 변수들 간의 연쇄적인 인과관계를 현실적으로 모형화하고 시뮬레이션을 통해 동태적인 변화과정을 분석하는 방법
 - 인과관계를 종합한 인과루프 다이어그램과 변수들의 상태 및 변화량을 표시한 저장-유량 다이어그램을 작성하고, 과거 데이터를 적용하여 현실적인 계수 값을 도출
 - 외부 환경요인의 변화나 경영자의 전략방향에 따라 시나리오를 구성하고 시나리오별 결과를 시뮬레이션

- 인공신경망: 생물학적 신경망의 구조와 학습방법을 모방해 데이터들 간의 패턴을 찾아내고 이를 기반으로 예측하는 방법
 - 주어진 문제에 대해 사전 지식이 없어도 일정한 알고리즘을 활용하여 최적화된 결과를 도출해낼 수 있으므로, 인과관계가 복잡하고 많은 데이터 분석이 필요한 예측 문제에 적합
 - 미래 고객을 발굴하는 마케팅 문제에도 유용한 방법
 - 인터넷 DVD 대여서비스 업체 넷플릭스는 고객이 대여한 영화, 장르, 평점 등을 기반으로 영화를 추천할 때 인공신경망을 사용

3. 활용방안 및 시사점

☐ 해당 제품과 시장에 대한 포괄적 이해가 우선

- 제품의 속성, 소비자, 경쟁제품, 규제, 유통, 정부 정책 등 수요와 관련된 제반 환경을 포괄적으로 이해하는 것이 중요
 - 나이키(Nike)의 경쟁 상대는 닌텐도(Nintendo)라는 관점과 같이 여러 범주의 트렌드를 포괄적으로 이해하고 시장을 전망
- 서로 다른 업무 영역을 가진 관련 전문가들과 폭넓은 협력체계(Cross Functional Team)를 구축하고 다양한 관점에서 정보를 확보

☐ 수요 예측 프로세스의 독립성과 중립성을 확보

- 수요 예측의 결과는 기업 내 많은 부서와 팀의 업무 내용 및 성과 평가에 영향을 주기 때문에 독립성 유지가 어려움
- 독립적인 수요 예측 프로세스를 확보하는 것이 예측의 정확성을 높이는 것만큼 중요한 사항
 - 예측 프로세스의 독립성과 중립성 결여는 예측 결과의 정확성을 떨어뜨리며 유·무형의 막대한 비용 초래

☐ 지속적인 모니터링과 업데이트 체계를 마련

- 수요 예측에도 유효기간이 있으며, 예기치 못한 상황에 대한 반영이 필요
 - 시장에서는 미처 예상치 못했던 새로운 현상이 발생하고 있으며 이들 정보를 토대로 주기적으로 예측 모델과 전망치에 대한 업데이트할 필요
- 시장 상황에 대한 수시 모니터링과 주기적 업데이트를 통해 수요 예측의 정확성을 제고
 - 시장에 영향력이 큰 결정적 변수나 중요한 전제의 유효성에 대해서는 수시로 모니터링하고 주기적으로 예측 모형을 업데이트해야 함

□ 분석 목적 및 활용 가능 자원에 따라 방법론을 선택하고 보완할 필요

- 수요 분석의 목적은 미래 예측, 시뮬레이션 등으로 다양하므로 이를 고려하여 최종 분석방법을 선택
 - 예측에 적합한 모형이 있고, 외부 충격이나 환경 변화에 대한 영향을 시뮬레이션하기 적합한 모형이 있어 관심사항에 따라 선택
- 과거 및 관련 데이터가 풍부한 경우에는 데이터 분석을 통해 예측에 대한 객관적인 근거 마련이 가능
 - 신제품 수요 예측에는 과거 자료가 풍부하지 못한 상황이므로 전통적인 예측 방법론을 사용하는 데 한계
- 상황에 따라서는 복잡한 분석보다는 직접적인 질문으로 전문가의 지식을 활용하는 것도 가능

목적·환경 조건별 수요 예측 기법

	전문가 활용	선호도 분석	데이터 분석
기존 제품 수요 예측	델파이, Judgmental Bootstrapping	컨조인트 분석, 인덱스 분석, 정보 예측 시장	회귀분석, 시계열 분석, 시스템 다이내믹스, 인공지능경망
신제품 수요 예측	델파이	컨조인트 분석, 정보 예측 시장	확산모형
시뮬레이션	Judgmental Bootstrapping	컨조인트 분석	회귀분석, ECM, VECM, 시스템 다이내믹스

I. 연구배경

불확실한 경영환경으로 인해 수요 예측의 중요성이 더욱 강조

- 거시경제 상황의 변동, 소비트렌드의 변화, 대체기술의 부상 등 예기치 않은 요인으로 기업이나 산업의 주력 제품 수요가 급변
 - 최근 일본 동북대지진 발생, 유럽 재정위기 확산으로 선진시장의 소비재 수요가 당초 예상보다 크게 하락하는 등 불확실성이 증가
 - 예를 들어, 에코포인트 제도와 같은 지원에 힘입어 2010년 2,500만 대까지 증가했던 일본 TV시장은 2012년 800만 대 수준으로 급락할 전망
- 스마트폰, 태블릿 PC와 같은 다양한 기능이 융합된 스마트기기가 빠르게 확산되면서 디지털카메라, 내비게이션 등 기존 IT 제품의 수요가 위축
- 미래 수요는 기업 경영활동이나 정부의 정책 추진의 중요 지표로서 사업 계획 수립이나 투자 의사결정에 결정적 역할
 - 수요 예측 결과는 미래 기업의 매출성장 가능성을 가늠하게 하고 수백억 원~수조 원에 달하는 설비투자를 검토하는 데 핵심적인 역할
 - 부적절한 수요 예측은 과잉투자나 기회손실 등 금전적인 문제뿐 아니라 리더십의 약화나 새로운 경쟁자의 부상 등 더욱 심각한 문제를 초래
 - 수요 예측의 정확도를 개선하면 물건이 없어 못 파는 일이 사라지고 재고가 줄어 기업의 재무성과를 높일 수 있음
- 수요 예측의 정확성을 높이기 위해서는 많은 자원이 필요하며, 기업의 최고경영진이 관심을 가지고 진행해야 함
 - 존슨앤드존슨(Johnson & Johnson)은 시장 수요와 자사 제품의 판매 예측 정확도를 높이기 위해 영업, 마케팅, 제조 등 다양한 부서의 협력을 도모
 - 영업과 생산에 관한 월례회의를 통해 사업계획을 수정하는 절차도 도입

- 사우디아라비아에 본사를 둔 사료업체인 아라스코(Arasco)는 유통업체가 수요 예측 작업에 함께 참여하면 판매가격을 인하하는 등 예측을 위한 협업을 크게 확대

상황에 맞는 효과적인 수요 예측 기법을 적용

- 수요 예측은 단순히 전년도 또는 전 분기 실적을 대입하여 사용하는 방법에서부터 복잡한 데이터를 분석하는 통계적 기법까지 매우 다양
- 수요 예측은 인류의 역사가 기록되는 시점부터 진행되어온 오래된 주제로, 전문가의 경험에 의한 단순 예측에서 시작

문명의 발상과 수요 예측

- ▷ 고대 이집트, 수메르, 메소포타미아 등 도시 문명에서는 수요 예측이 중요한 능력으로 인정
 - 고대의 일부 양치기들은 과거의 경험으로부터 양(sheep)의 수와 방목지 면적 간의 상관관계를 유추해낸 후, 자신이 소유하고 있는 양만큼만 방목지를 구매하여 낭비를 막고 부를 축적
- ▷ 실제로, 고고학자들이 발굴한 수백 톤의 고대 메소포타미아 점토판에는 상업 거래 내역, 재고품 목록 외에 수요 예측을 위한 계산 등도 포함

- 점차 데이터의 양이 많아지고 컴퓨팅 기술이 발전하면서 정량적 방법과 시스템을 활용한 예측 모델이 확산
- 미국기업들은 실무에서 사용하는 예측 기법의 91%가 정량적/시스템적 예측 방법론이라고 답변¹⁾

- 예측 기법마다 특성이 다르므로 상황에 맞는 적합한 방법을 찾는 것이 긴요

1) 2004 IBF(Institute of Business Forecast) 주최 컨퍼런스 및 교육 참가자 대상 서베이 결과(총 316개 사)

- 예측 방법은 크게 정성적 방법, 정량적 방법, 시스템적 방법으로 분류
- 정성적 방법은 과거 데이터 수집이 불가능하거나 불충분할 때, 정량적 방법은 과거 패턴이 미래에도 지속된다고 판단될 때 적합
- 시스템적 방법은 수요와 영향 요인들 간의 관계가 매우 복잡한 경우 적용할 수 있는 기법

수요 예측 기법의 종류와 특징

구분		적합한 환경	특징
정성적	전문가 의견 활용	- 과거와 같은 데이터 수집이 불가능한 상황 - 해당 제품 또는 유사 제품 시장에 대한 경험과 지식을 보유한 전문가 확보 가능	- 적합한 전문가 확보가 관건
	컨조인트 분석	- 제품의 기능이나 속성별 니즈를 파악 - 신제품/기능의 시장 반응을 예측	- 정확도가 높아 기업에서 널리 사용 - 고비용의 소비자 서베이 필요
	인덱스 분석	- 공산품보다 부동산, 프로젝트 등 희소제품의 선택 가능성 예측에 적합	- 선택 가능성에 대한 다수의 사전 연구가 필요
정량적	회귀분석	- 분석 대상의 데이터 확보 여부가 중요 - 인과관계 파악이 필요한 모든 분야	- 변수의 민감도 파악이 용이 - 엑셀 등에서도 쉽게 추정
	시계열 분석	- 과거 데이터 수집이 용이한 분야 - 다양한 변수, 시차 등 복잡한 인과관계를 모형화 가능	- 예측 목적으로 개발된 전형적 모형 - 충격에 의한 미래 장기 영향을 파악
	확산모형	- 신제품이나 신기술에 대한 수요 예측 - 과거 데이터 수집이 불가능하거나 초기 데이터만 활용 가능한 상황	- 신제품이 구성원들 사이에서 퍼져나가는 과정을 모델링 - 대중매체와 구전효과를 반영
시스템	정보 예측 시장	- 제품 또는 주변 상황에 대해 장기적으로 실시간 변화를 파악하고자 할 때 적합	- 큰 비용이 들지 않는 장점 - 시장 참여자가 많아야 의미 있는 정보 추출이 가능
	시스템 다이내믹스	- 수요가 산업 내적인 요인에 의해 주로 영향을 받는 경우	- 산업의 동태적 변화를 산업의 구조에 기반하여 이해
	인공신경망	- 인과관계가 복잡하고 많은 데이터 분석이 필요한 예측 문제에 적합 - 미래 고객을 발굴하는 마케팅 문제에도 활용	- 사전 지식이 없어도 일정한 알고리즘을 활용하여 최적화된 결과를 도출 - 인과관계에 대한 설명이 부족

II. 수요 예측 방법과 사례

1. 정성적 접근

1) 전문가 의견 활용

다양한 지식을 지닌 전문가 의견은 수요 예측의 윤곽을 제시

- ☐ 전문가 의견을 통해 수요 예측의 기초 자료인 수요가 지속 성장할 것인지 또는 정체될 것인지와 같은 방향성과 해당 분야의 수요 특징을 알 수 있음
 - 수요의 방향성, 주기적 특성, 가격 탄력성(elasticity) 등 수요 예측에 관한 여러 종류의 정보와 아이디어를 보유한 전문가가 필요
 - 전문가는 수요에 영향을 미치는 요인들의 상대적 중요성을 가늠할 수 있고, 예상 시나리오 제시 및 대응 방향 도출 등의 의견도 제시 가능
- ☐ 과거 데이터 수집이 불가능하거나 관련 자료가 충분하지 않은 통계적 기법을 통한 예측이 어려운 경우 전문가 의견 활용이 효과적
 - 신규 사업이어서 분석할 수 있는 과거 데이터가 불충분하거나 수집한 데이터가 특정 상황만을 반영할 경우 통계적인 예측기법을 적용하기 어려움
 - 예를 들어 수집한 데이터가 모두 30대 소비자에 대한 데이터일 경우 과거 데이터를 토대로 나이와 구매력의 관계를 파악하기는 어려움
 - 상황 변화로 인해 과거와는 다른 흐름의 미래 시장이 예상되어 과거 자료만으로 예측하기 어려운 경우 전문가 의견을 토대로 예측치를 보정
 - 과거에 없던 새로운 경쟁 제품의 등장으로 시장에 큰 변동이 있거나 큰 자연 재해로 시장 흐름이 변화하여 과거 자료만으로 예측이 어려운 경우 전문가 의견이 유용

- 수요 예측에 필요한 정량적 모델이 존재하지 않거나 정량적 모델 수립이 어려운 경우, 전문가의 통찰력을 토대로 수요 예측에 관련된 요소들 간의 관계를 이해하고 이를 모델 수립에 이용
 - 데이터가 존재하지 않거나 데이터가 존재하여도 데이터들 간의 상관관계나 인과관계가 복잡하면 수치 자료만으로는 모델 수립이 어려움
- 전문가 의견을 체계적으로 수렴하고 활용하기 위해 다양한 방법론이 개발되었는데, 이 중 Judgmental bootstrapping과 델파이(Delphi)가 대표적
- Judgmental bootstrapping 기법은 정량적 모델이 존재하지 않을 때 전문가에게 다양한 가상 시나리오에 대한 의견을 수집하여 모델을 정립
 - 델파이 기법은 전문가 의견을 반복 설문하여 주제에 대한 전문가 집단의 합의를 도출

① Judgmental Bootstrapping 기법²⁾

- 수요에 영향을 미치는 변수는 알려져 있으나 변수들의 상관관계가 지나치게 복잡하거나 데이터가 부족하여 정량적 모델 수립이 불가능한 경우 전문가 의견을 통해서 계수를 결정하는 기법
- 전문가들에게 수요 예측에 관련된 변수들에 다양한 가상의 변수값을 부여한 시나리오를 제시하고, 시나리오별 전문가의 수요 예측치를 수집
 - 모델 정확도를 높이기 위해서 20개 이상의 상관관계가 적은 가상 시나리오를 사용하며, 현실적으로 발생 가능성이 높은 시나리오 위주로 제시³⁾
 - 여러 전문가의 시나리오별 예측값들을 수집하고, 이를 토대로 회귀분석을 수행하여 변수들의 민감도를 도출하고 수요 예측 모델을 수립

2) bootstrapping은 부츠를 신기 위해 부츠 측면 또는 후면에 있는 작은 고리나 끈을 당기는 것에서 유래한 말로 적은 데이터나 지식에서 필요한 많은 정보를 창출한다는 의미

3) Armstrong, J. S. (2001). Judgmental Bootstrapping: Inferring Experts' Rules for Forecasting. In Armstrong, J. S. (Eds.), *Principles of Forecasting*(pp171-192.). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.

Judgmental Bootstrapping

- ▷ 아이스크림의 매출액은 기온 및 광고비 지출액과 선형 상관관계가 존재한다고 알려져 있으나, 상관계수를 도출하기 어렵기 때문에 Judgmental Bootstrapping 기법을 이용하여 아이스크림의 매출액과 기온, 광고비와의 관계 모델을 수립
 - 전문가들에게 발생 가능한 다양한 시나리오를 제시하고 각 시나리오에서 아이스크림의 매출액을 예상하도록 함
 - [시나리오 예1] 기온이 섭씨 30도, 광고비 지출액이 10% 증가한 경우
 - [시나리오 예2] 기온이 섭씨 35도, 광고비 지출액이 20% 증가한 경우
 - [시나리오 예3] 기온이 섭씨 25도, 광고비 지출액이 5% 감소한 경우
 - 전문가들이 답한 시나리오별 아이스크림 매출액 예상치를 근거로 회귀분석을 실행하여 기온(X), 광고비 지출액(Y), 아이스크림 매출액(Z)에 대한 선형 관계 모델의 계수 a, b, c를 결정

$$Z = a + bX + cY$$

□ Judgmental Bootstrapping 기법을 사용하여 『타임스(Times)』의 분기별 광고 수요 예측 오차를 줄인 사례가 대표적⁴⁾

- 잡지의 광고 판매량 예측 관련업에 8년 이상 종사한 전문가 13명이 참여하여 5개 변수들에 대한 민감도를 도출

『타임스』 광고 수요의 주요 영향 변수

No.	주요 변수
1	잡지의 발간 분기 (ex. 1분기, 2분기 등)
2	잡지의 광고지면 수
3	전 분기 주류 광고 수요
4	전 분기 자동차 광고 수요
5	고정 거래처의 광고 구매량

- 전문가는 42개의 서로 다른 시나리오에 대해 시나리오별로 잡지의 광고 수요 예측값을 제시하고, 각 전문가의 예측치를 취합하여 회귀분석한 후 예측 모델을 정립

4) Ashton, A. H., Ashton, R. H. & Davis, M. N. (1994). White-collar robotics: Levering managerial decision making. *California Management Review*, 37, 83-109.

- Judgmental Bootstrapping 기법을 통해 도출한 예측값은 단순히 전문가 의견 수렴에만 의존한 예측치에 비해 오차가 적음
- Judgmental Bootstrapping 기법을 통한 예측값의 평균 오차는 7% 감소 하였으며, 최대 오차(maximum error)는 26% 감소

② 델파이 기법

□ 특정 사안에 대해 전문가들이 2~3회 반복적으로 예측치를 상호 교환함으로써 전문가들 간의 의견이 수렴된 예측치를 도출하는 기법

- 전문가 의견을 수렴할 때마다 이전 단계에서 나온 다른 전문가들의 의견이 익명으로 공개되며, 이를 토대로 자신의 의견을 수정하여 제시하는 과정을 반복
- 의견 수렴 과정이 단순하며 수렴된 의견에 대한 이유 수집도 가능하여 수렴된 의견을 이해하는 데 도움

□ 델파이 기법을 이용한 전문가 의견 수렴은 일반적으로 4단계에 걸쳐 진행

- [1단계] 여러 전문가들에게 질문을 하고 이에 대한 의견 수집
- [2단계] 전문가들에게 다른 전문가들의 예측과 그 이유를 익명으로 제시
 - 전문가들의 예측에 대한 통계치 제시 시 주로 평균값, 중앙값, 제1사분위수, 제3사분위수 제시⁵⁾
 - 제1사분위수와 제3사분위수 범위를 벗어나는 예측치에 대해서는 그 이유를 기록하여 다음 차례 의견 수렴 시 회람하도록 함
- [3단계] 전문가들은 다른 전문가들의 견해를 토대로 의견 수정도 가능
- [4단계] 2단계, 3단계를 1~2회 반복 후 전문가 의견 최종 수렴

5) 중앙값, 제1사분위수, 제3사분위수란 예측치를 순서대로 나열했을 때 각각 1/2, 1/4, 3/4에 위치한 값

델파이 기법의 시초

- ▷ 1950년대 랜드(RAND)연구소는 美 공군의 후원으로 ‘구소련 입장에서 유사시 원자 폭탄 사용량 예측’이라는 과제 해결을 위해 델파이 기법을 개발
 - 당시에는 정량적 모델이나 이론이 정립되어 있지 않았으며, 관련 데이터 수집에 소모되는 비용이 크고 컴퓨터 기술의 낙후로 기존 예측 방법 사용이 불가
- ▷ 총 5라운드의 설문을 통해 전문가 의견을 수렴하였는데, 1라운드에서는 전문가 의견에 불일치가 심했으나 5라운드에서는 합의 도출
 - 1라운드 후 전문가들은 투하해야 하는 폭탄의 수를 50~5000개 범위에서 대답하였으나, 5라운드 후에는 167~360개의 범위로 의견이 수렴됨

□ 다양한 배경과 경험을 지닌 전문가 의견을 통합해야 하는 경우에 유용

- 델파이 기법은 익명으로 의견을 제시하기 때문에 정치적 성향에 따라 의견 차이가 심한 주제와 같이 민감한 사항에 대해서도 의견 수렴이 용이
- 매번 의견을 익명으로 제시하기 때문에 소수 전문가의 권력에 의한 의견 편향을 방지할 수 있음
- 의견 수렴 과정을 서면으로 진행할 수 있기 때문에 전문가 패널의 대면 미팅에 소요되는 시간과 비용이 절감

적절한 전문가 선정과 중립적인 질문지 작성이 중요

- 예측하는 문제에 관하여 전문적 지식을 지녔을 뿐 아니라 의견 수렴 과정에 기꺼이 참여할 의사가 있는 전문가를 모집
 - 전문가가 자신의 의견에 책임감을 가져야 좋은 정보를 얻을 수 있음
 - 왜곡되지 않은 정보 수집을 위해 예측하는 문제의 결과와 경제적, 정치적 이해관계가 없는 전문가를 선정

- 전문가가 많아질수록 더 많은 양의 정보를 얻을 수 있지만 일반적으로 5~7명이 적정⁶⁾
- 전문가의 수가 7명 이상일 때는 새로운 전문가를 추가함으로써 얻는 이득이 크지 않고 의견 수렴에 소요되는 비용만 상승함

□ 왜곡되지 않은 정보 수집을 위해 명료하고 중립적인 질문지 작성

- 모든 전문가들이 질문지 해석에 오해가 없도록 질문지에 용어의 정의를 분명하게 서술
- 질문지에 포함된 긍정적, 부정적 단어는 전문가 답변에 영향을 미칠 수 있으므로 감정적인 단어를 피하고 중립적인 단어를 선택
 - "60%가 살아남는다"와 "40%가 죽는다"는 같은 의미의 문장이지만 두 문장에 대한 사람들의 인식이 다를 수 있음⁷⁾
 - 질문지에 긍정적, 부정적 단어를 포함해야 하는 경우 두 단어를 모두 표기하여 균형을 맞춤(예: 60% 생존, 40% 사망)
- 확률 정보가 필요한 경우 확률을 직접적으로 묻기보다는 가능한 사건들 간의 상대적인 발생 빈도를 질문하는 것이 바람직함
 - 발생 확률을 직접적으로 질문할 경우 대답의 일관성이 감소할 수 있음⁸⁾

상대적 발생 빈도 질문의 예

- ▷ 제품 A의 판매량이 제품 B보다 우세할 확률을 알고자 할 때,
제품 A가 우세할 확률이 제품 B가 우세할 확률에 비해 몇 배 높은지를 질문
- 예를 들어, 제품 A가 우세할 확률이 제품 B가 우세할 확률에 비해 4배 높다고 하면 제품 A가 우세할 확률을 80%로 계산

6) Hogarth, R. M. (1978). A note on aggregating opinions. *Organizational Behavior and Human Performance*, 21(1), 40-46.; Ashton, A. H. (1985). Does consensus imply accuracy in accounting studies of decision making. *The Accounting Review*, 60(2), 173-185.; Hora, S. C. (2004). Probability judgments for continuous quantities: linear combinations and calibration. *Management Sci.*, 50(5), 597-604.

7) Tversky, A. & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453-458.

8) Goodwin, P. & Wright, G. (1998). *Decision analysis for management judgment*. England: John Wiley & Sons.

2) 컨조인트 분석 (Conjoint Analysis)

서베이를 통해 소비자의 선호도를 분석하는 기법

- 제품이 지니고 있는 여러 속성들에 대한 소비자의 선호도를 분석하여 다양한 예측에 활용
 - 소비자들은 제품을 크기, 색상, 맛 등과 같은 여러 속성들의 집합체로 인식하고 개별 속성에 대한 선호도를 종합적으로 판단하여 구매의사결정을 내린다는 것이 기본 가정
 - 소비자들로부터 선택된 제품의 우선순위를 바탕으로 제품을 구성하는 개별 속성에 대한 소비자의 선호도를 분석
 - 일반적으로 여러 속성으로 구성된 다양한 제품을 제시하고 소비자들에게 가장 선호하는 제품을 고르게 하거나 선호하는 순서대로 제품을 나열하게 함으로써 소비자의 선호도를 평가
 - 새로 출시한 제품의 속성을 분석하여 향후 수요를 예측하거나, 최적 가격을 결정하고, 경쟁 제품 대비 선호도 수준으로부터 예상 점유율을 도출하는 등 다양한 의사결정에 활용
- 컨조인트 분석은 응답자, 조사환경, 선택대안의 3가지 측면에서 신중한 접근이 필요⁹⁾
 - 응답자 조건: 설문 응답자는 타깃 시장의 소비자로서 무작위 확률 표본 추출을 통해 선정되고, 실제 구매와 관련하여 제품의 해당 속성을 고민하는 의사결정자여야 하며, 실험에 참가할 충분한 동기부여가 되어 있어야 함
 - 조사환경: 실제 타깃 시장에서 소비자가 실행하는 구매 활동과 흡사한 상황을 제공해야 함

9) Wittink, D. R. & Bergestuen, T. (2001). Forecasting with Conjoint Analysis. In Armstrong, J. S. (eds.), *PRINCIPLES OF FORECASTING*(pp. 145~167). Kluwer Academic Publishers.

- 선택대안: 실험에서 소비자들이 취사선택하도록 제시되는 제품들을 실제 시장에서 의미 있는 중요 속성들로 구성하고, 각 속성에 대한 명확한 정의를 소비자들에게 전달해야 함

컨조인트 분석 적용 예

▷ 피트니스 클럽의 소비자 선호도에 영향을 미치는 중요한 속성이 사우나와 입장료로 파악

- ① 사우나(有, 無)와 입장료(5,000원, 1만 원, 2만 원)의 6가지 속성 조합으로 선택대안을 구성한 후 소비자 선호도를 조사하고, ② 선호도 순위에 따라 점수(예: 1위 5점, 6위 0점)를 부여하여 선호도 점수 생성

① 소비자 선호도 순위 조사

속성	사우나	
입장료(1회)	有	無
5,000원	1위	3위
1만원	2위	4위
2만원	5위	6위

② 선호도 점수 생성

속성	사우나	
입장료(1회)	有	無
5,000원	5점	3점
1만원	4점	2점
2만원	1점	0점

- ③ 속성 수준별 평균 선호도를 분석하고, 이를 활용하여 ④ 6가지 속성 조합에 대한 소비자 선호도(입장료 및 사우나의 평균 선호도 합계) 도출

→ 소비자는 사우나의 유무보다 가격 인하에 더 큰 선호도를 보임

- 선호도_5,000원+사우나(無) > 선호도 1만원+사우나(有)

③ 속성 수준별 평균 선호도 분석

속성	사우나		입장료 선호도 평균
입장료(1회)	有	無	
5,000원	5점	3점	4.0점
1만원	4점	2점	3.0점
2만원	1점	0점	0.5점
사우나 선호도 평균	3.3점	1.7점	

④ 소비자 선호도 도출

- 5,000원+사우나(有) = 4점+3.3점=7.3점
- 5,000원+사우나(無) = 4점+1.7점=5.7점
- 1만원 +사우나(有) = 3점+3.3점=6.3점
- 1만원 +사우나(無) = 3점+1.7점=4.7점
- 2만원 +사우나(有) = 0.5점+3.3점=3.8점
- 2만원 +사우나(無) = 0.5점+1.7점=2.2점

<자료: Dolan, R. J. (1990). Conjoint Analysis: A Manager's Guide(No. 9-590-059). Harvard Business School.를 토대로 재구성>

컨조인트 분석의 기원

- ▷ 컨조인트 분석은 수리심리학(mathematical psychology) 분야에서 처음으로 시작
 - 수리심리학자인 Luce와 통계학자인 Tukey가 1964년에 발표한 *Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement*라는 논문이 컨조인트 분석의 주요 출발점
 - 여러 제품에 대한 소비자의 우선순위가 반영된 자료를 토대로 소비자의 연속형 선호도 자료를 추출하는 방법에 대한 중요 이론적 기초 제공
- ▷ 1969년 와튼스쿨과 코넬 대학의 마케팅 교수인 Green 및 Rao가 마케팅 분야에 소개
 - 1970년에 접어들면서 소비자와 관련된 분석에 다양하게 활용되기 시작

<자료: Green, P. E. & Srinivasan, V. (1978). Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook. *Journal of Consumer Research*, 5(2), 103-123.>

신뢰도가 높아 다양한 기업들이 컨조인트 분석을 활용

- 컨조인트 분석은 소비자 선호도를 분석하는 다른 방법에 비해 상대적으로 신뢰도가 높음
 - 일반적으로 실제 매장에서 소비자가 여러 제품 중 하나의 제품을 선택하고 구매하는 과정과 유사한 방식으로 선호도 조사가 진행되기 때문에 조사 결과가 현실성이 높다는 장점
 - 다만, 수십~수백 명의 잠재 고객을 선정하여 특정 장소에 방문하도록 하거나 제품의 속성을 정확히 느낄 수 있도록 시제품이나 실물모형(Mock up)을 제작해야 하는 등 정확한 조사를 위해 많은 비용이 소요
 - 300편 이상의 기존 연구에서 소비자의 선호도 분석 방법들 간 신뢰도를 비교해본 결과, 컨조인트 분석이 가장 신뢰도가 높음

<소비자 선호도 조사 방법의 신뢰도 비교>

분석 방법	신뢰도(%)
회사 종업원들의 예측	55
개방형 질문 ¹⁰⁾ 을 통한 설문	66
경쟁자 벤치마킹	67
포커스 그룹 예측	70
제품을 사용 중인 소비자 관찰	72
등급척도 ¹¹⁾ 의 사용 또는 고정총합법 ¹²⁾ 을 통한 직접 평가	75
컨조인트 분석	85

자료: Anderson, J. C., Jain, D. C. & Chintagunta, P. (1993). Customer Value Assessment in Business Markets: A State of Practice Study. *Journal of Business-to-Business Marketing*, 1(1), 3 - 29. (Kotri (2006). Analyzing customer value using conjoint analysis: The example of packaging company(Working Paper Series No. 46). University of Tartu-Faculty of Economics and Business Administration.에서 재인용)

□ P&G, 매리어트(Marriot), 제록스(Xerox), BCG를 비롯한 많은 기업들이 컨조인트 분석을 통해 다양한 제품 및 서비스에 대한 소비자의 선호도를 분석

- 청바지, 호텔 서비스, 휴대폰, 컴퓨터 소프트웨어 등의 다양한 제품과 서비스에 활용¹³⁾
- TNS, 닐슨(Nielson), 소투스(Sawtooth) 등 컨조인트 분석을 전문적으로 대행하는 전문기관들도 성업 중
 - 2003~2004년 소투스 소프트웨어 사용자들이 실시한 컨조인트 분석 프로젝트는 5,000~8,000건으로 추정됨¹⁴⁾

□ 컨조인트 분석을 지원하는 소프트웨어가 발전하면서 컨조인트 분석의 활용은 더욱 증가될 전망

10) 답변에 대한 보기가 없는 주관식 형태의 질문

11) 평가대상이 지닌 속성의 정도를 응답자로 하여금 숫자, 그림, 글 등을 통해 평가하도록 하는 방법

12) 응답자들에게 고정된 총 합계(ex: 100점) 점수를 나누어주고, 이 점수를 평가대상의 속성별로 상대적인 중요성에 따라 배분하게 하는 방법

13) Dolan, R. J. (1990). Conjoint Analysis: A Manager's Guide(No. 9-590-059). Harvard Business School.

14) Huber, J. (2005). Conjoint Analysis: How We Got Here and Where We Are(An Update)(RESEARCH PAPER SERIES). Sawtooth Software.

- SAS, SPSS와 같은 통계 패키지를 비롯하여 소투스, 쉐트릭스(Qualtrics) 등과 같은 컨조인트 분석 업체의 전용 소프트웨어를 사용하여 예전보다 쉽게 분석 가능

매리어트의 코트야드(Courtyard) 사례

- ▷ 매리어트는 사업여행객과 관광여행객을 위한 새로운 호텔 체인인 코트야드의 이상적인 호텔 시설과 서비스 구성을 위해 컨조인트 분석을 활용
 - 호텔 시설과 서비스의 총 50가지 속성을 선정
 - 50개의 속성과 관련된 167개의 수준¹⁵⁾을 분석
 - 총 601명의 사업 및 관광 여행객을 대상으로 서베이를 실시하여 선호도 파악
- ▷ 컨조인트 분석을 통해 소비자가 가장 선호하는 호텔 빌딩 형태(Courtyard形)를 비롯하여 호텔 룸, 음식 서비스, 라운지 시설, 부대 서비스, 레저용 시설, 보안 시설 등의 주요 속성을 파악
- ▷ 매리어트는 컨조인트 분석 결과를 전국적으로 확대 적용, 1983년 3개였던 시범용 코트야드 호텔이 4년 후 2억 달러를 초과하는 매출 달성과 함께 90개로 급성장



<자료: Wind, J. et al. (1989). Courtyard by Marriot: Designing a Hotel Facility with Consumer-Based Marketing Models. *INTERFACES*, 19(1), 25-47.>

15) 예를 들어, 제품이 지닌 색상 속성이 빨간색과 파란색으로 구성되어 있으면 색상에 대한 수준은 2개

3) 인덱스(Index) 분석

소수의 후보 중 선택될 가능성이 높은 후보를 도출

- 소수의 선택 가능한 대안을 다양한 관점에서 비교·평가하여 어떤 대안이 선택(또는 소비)될 것인지 예측
 - 판매매장의 후보지 중 최적지 선정, R&D 개발 프로젝트 후보 중 우선순위 선정, CEO 후보 선정 등과 같은 선택 상황에서의 결과 예측에 적합
 - 어떤 후보가 선택될 가능성을 종합적으로 판단하기 위해 다양한 평가 항목을 고려하고 후보 간 비교 지표를 세분화하여 적용
 - 미국 대선 후보 중 당선자 예측 모델의 경우 59개의 평가지표를 적용¹⁶⁾
- 최종 선택에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수들을 나열하고, 변수별로 후보들을 평가하거나 상호 비교하여 후보별로 선택 가능성을 제시
 - 기존 연구결과, 경험과 유관 지식이 많은 전문가 의견, 과거 사례 분석을 통해 최종 선택에 영향을 미치는 변수들을 도출하고 개별 변수들이 선택 가능성에 긍정적 또는 부정적 영향을 미치는지 사전에 파악
 - 변수들이 통계적으로 유의한지를 검증할 수 없기 때문에 변수 선정을 위해서는 방대한 사전 연구가 필요
 - 또한 변수마다 각 후보의 해당 여부를 확인할 수 있도록 후보에 대한 배경 지식이 충분해야 함
 - 후보별로 긍정적인 변수를 보유하고 있으면 해당 변수값을 1로, 그렇지 않으면 0으로 부여
 - 긍정적(+1)/중립적(0)/부정적(-1), 3단계로 평가하는 것도 가능
 - 변수값을 단순 합산하여 총계가 가장 높은 후보가 최종 선택될 가능성이 가장 높을 것으로 예측

16) Armstrong, J. S. & Graefe, A. (2011). Predicting elections from biographical information about candidates: a test of the index method. *Journal of Business Research*, 64(7), 699-706.

- 일부 중요도가 높은 변수에 상대적으로 높은 가중치를 부여할 수도 있지만 그러기 위해서는 텔파이나 컨조인트 등 다른 기법을 도입해야 함
- 최종 선택에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수가 많고 통계적으로 분석할 데이터 수는 적은 경우, 회귀분석과 같은 통계적 방식보다 인덱스 방식이 유용
 - 데이터 수가 적은 경우 다중 회귀분석을 사용하기 어려움
 - 다중 회귀분석 모델에 포함되는 독립 변수의 수가 증가하면 데이터 수도 증가해야 예측 정확도가 유지
 - 다만, 회귀분석은 서로 다른 변수들의 상대적인 중요도가 통계적으로 도출되는 데 반해, 인덱스 분석은 모든 변수의 가중치를 사전에 정해줘야 하는 단점이 있음
 - 일반적으로는 모든 변수의 가중치를 1로 전제

대통령 선거의 당선자 예측은 인덱스 분석의 대표적 사례

- 선거에 영향을 미친다고 알려진 변수들을 활용하여 미국 대통령 선거결과를 예측할 수 있는 인덱스 모델 개발 연구가 다수 진행¹⁷⁾
 - 각종 문헌들에서 59가지 영향 변수를 도출해내고, 변수마다 후보가 긍정적인 영향을 받는지 여부를 확인한 후 변수값(0 또는 1)을 작성
 - 미국 대선후보 평가 모델의 경우 지표별로 다양한 사전 연구 결과를 참조¹⁸⁾
 - 59개 변수값의 합산 점수가 가장 높은 후보자가 대통령으로 당선될 것으로 예측

17) Cuzan A. G. & Bundrick C. M. (2009). Predicting presidential elections with equally-weighted regression in Fair's equation and the fiscal model. *Political Analysis*, 17(3), 333-340.; Lichtman, A. J. (2006). The keys to the white house: Forecast for 2008. *Foresight*, 3, 5-9.; Armstrong, J. S. & Graefe, A. (2011). Predicting elections from biographical information about candidates: a test of the index method. *Journal of Business Research*, 64(7), 699-706. 외 다양한 연구 문헌이 제시되고 있으며, 본 보고서는 최근 논문인 Armstrong, J. S. and Graefe, A.(2011)을 중심으로 기술

18) 예를 들어 Antonakis and Dalgas(2009)의 실험(스위스의 684명의 대학생과 2814명의 어린이가 프랑스 국회의원 선거후보 중 호감형이라고 가리킨 후보의 72%가 당선) 등을 근거로 “상대후보보다 더 호감형 얼굴을 보유하고 있다”라는 변수를 사용하였고, Newman and Taylor(1994)의 조사결과(미국 역대 주지사 와 호주 수상은 형제 중 첫째인 비율이 높고 중간인 비율이 현저히 낮음)와 Andeweg and Van Den Berg(2003)의 조사결과(독일 정치인 1200명 중 형제자매가 없이 외동으로 자란 사람의 비율이 현저히 높음)를 토대로 형제자매 중 첫째인지 여부와 외동으로 성장했는지 여부를 변수에 포함

미국 대통령 선거 예측 인덱스 모델의 변수

구분	No.	변수	No.	변수
가족	1	자녀입양 경험 있음	2	전직 대통령의 후손
	3	부양 자녀 보유	4	이혼하지 않음
	5	정치단체에서 일하는 부모	6	형제자매 중 첫째
	7	형제자매 없음(외동)	8	결혼한 상태임
학력	9	대학에 입학한 적 있음	10	대학원 졸업
	11	변호사 자격증 보유	12	석사학위 보유
	13	박사학위 보유	14	대학 교수인 적 있음
	15	Phi Beta Kappa 정회원 경험	16	IVY League 대학 졸업
	17	미 육군/해군 사관학교 졸업	-	-
정치 경력	18	법무장관 역임	19	시장 역임
	20	정치 선거에서 패배 경험 없음	21	주지사 역임
	22	판사 역임	23	부지사 역임
	24	법무차관 역임	25	하원의원 출신
	26	주 상원의원 출신	27	전·현직 대통령
	28	미 (무역/군사)대표부 역임	29	국무장관 역임
	30	미 상원의원	31	부통령 역임
핸디캡 극복	32	신체장애 극복 여부	33	생명이 위독할 정도로 아팠던 경험
	34	사춘기 때까지 만성질환에 시달린 경험	35	자녀 상(喪)을 당한 경험
	36	형제자매 상(喪)을 당한 경험	37	배우자 상(喪)을 당한 경험
	38	고아로 자란 경험	-	-
신체 조건 외	39	나이가 47~64세 인지 여부	40	운동선수 출신
	41	책을 출판한 적 있음	42	유명 배우/운동선수/가수/예술가 출신
	43	잘 다듬어진 수염 또는 깨끗한 얼굴	44	안경 착용 여부
	45	대머리가 아님	46	군 복무 경험
	47	군에서 훈장을 받음	48	남자
경쟁자 대비 우위	49	더 호감형 얼굴을 보유	50	보다 흔한 이름(first name) 보유
	51	더 키가 큼	52	영향력이 큰 지역에 거주
	53	더 똑똑함(IQ)	54	더 매력적인 신체를 보유
	55	다수의 인종에 속함	56	영향력이 큰 종교를 믿음
	57	보다 일반적인 성(surname) 보유	58	보다 목소리가 확고함(more dominant)
	59	더 몸무게가 많이 나감	-	-

□ 인덱스 모델은 1896년에서 2008년까지 총 29회 대통령 선거 결과 중 26회의 대통령 당선자를 정확히 예측

- 미국 대통령 선거 결과에 영향을 미치는 변수의 수는 많은 반면, 데이터 수는 적어 인덱스 방식의 장점이 잘 드러난 것임
- 회귀분석 방식의 대통령 선거 예측 모형인 Abramowitz(1996)¹⁹⁾와 Campbell(1996)²⁰⁾은 16회 중 12회와 13회를, Wlezien(2001)²¹⁾은 15회 중

19) Abramowitz, A. I. (1996). Bill and Al's excellent adventure: Forecasting the 1996 presidential election. *American Politics Research*, 24(4), 434-442.

12회를 적중하여 인덱스 모델의 예측 정확도가 더 높은 것으로 파악

- 인덱스 모델에서 도출되는 인덱스 점수의 비율을 활용하여 특정 후보의 예상 득표율 계산도 가능
- 여당후보의 예상 득표율 = $18.0 + 0.65 \times \text{여당후보의 인덱스 비율}$
 $\text{여당후보의 인덱스 비율} = (\text{여당후보의 인덱스 점수} \div \text{두 후보의 인덱스 점수 합계}) \times 100$

미국 대통령 선거 결과와 인덱스 모델의 예측치 비교

연도	당선자	경쟁자	당선자 인덱스 점수	경쟁자 인덱스 점수	연도	당선자	경쟁자	당선자 인덱스 점수	경쟁자 인덱스 점수
1896	McKinley	Bryan	19	13	1900	McKinley	Bryan	20	13
1904	Roosevelt	Parker	23	13	1908	Taft	Bryan	21	15
1912	Wilson	Taft	27	22	1916	Wilson	Hughes	25	19
1920	Harding	Cox	19	13	1924	Coolidge	Davis	22	21
1928	Hoover	Smith	18	14	1932	Roosevelt	Hoover	25	19
1936	Roosevelt	Landon	23	19	1940	Roosevelt	Willkie	22	13
1944	Roosevelt	Dewey	22	15	1948	Truman	Dewey	20	16
1952	Eisenhower	Stevenson	20	14	1956	Eisenhower	Stevenson	21	14
1960	Kennedy	Nixon	28	18	1964	Johnson	Goldwater	24	16
1968	Nixon	Humphrey	21	15	1972	Nixon	McGovern	23	20
1976	Carter	Ford	21	26	1980	Reagan	Carter	21	20
1984	Reagan	Mondale	22	17	1988	Bush	H Dukakis	27	20
1992	Clinton	Bush	22	24	1996	Clinton	Dole	27	16
2000	Bush	Gore*	20	23	2004	Bush	Kerry	23	21
2008	Obama	McCain	25	20					

주: * Popular Vote 기준으로는 Gore가 더 많은 표를 획득

□ 인덱스 모델은 단독으로 사용하기에는 불안정하나 최종 선택의 대안으로 검토할 만한 후보를 고를 때 참고하기에 좋음

- 대통령 선거 예측용 인덱스 모델은 정당에서 대통령 후보를 물색하는 데 중요한 참고자료
- 후보로 신청한 사람의 공개 정보(biographical data)만으로 손쉽게 계산이 가능

20) Campbell, J. E. (1996). Polls and votes: The trial-heat presidential election forecasting model, certainty, and political campaigns. *American Politics Research*, 24(4), 408-433.

21) Wlezien, C. (2001). On forecasting the presidential vote. *Political Science and Politics*, 34(1), 24-31.

2. 정량적 접근

1) 회귀분석(Regression Analysis)

다양한 변수 간의 인과관계 파악에 강점

- 회귀분석은 특정 변수의 변화가 원인이 되어 다른 변수를 변화시킨다는 가정하에 변수들 간 함수관계를 분석하는 통계적 방법
 - 변수 간 연관성과 인과관계 분석으로 하나 혹은 그 이상의 원인이 되는 독립변수들과 결과가 되는 종속변수 간의 관련 정도를 파악
 - 회귀분석의 일반적인 형태는 1차 방정식의 함수관계
 - 종속변수에 대해 독립변수가 얼마나 설명하는가에 대한 분석뿐 아니라 종속변수의 미래 가치를 예측하고자 할 때도 사용
- 일반적으로 시계열(time-series) 자료보다는 횡단면(cross-sectional) 자료의 변수 간 관계 규명에 주로 사용
 - 시계열 자료 혹은 시계열+횡단면 자료인 패널(panel data) 자료의 경우에는 자료 유형에 적합한 시계열/패널자료 분석방법을 사용

회귀분석의 유래

- ▷ '회귀'라는 용어는 1885년 영국의 과학자 갈톤(Francis Galton)이 발표한 Regression toward Mediocrity in Hereditary Stature(유전에 의한 보통사람의 신장으로 회귀)라는 논문에서 유래
- ▷ 아버지와 아들의 키에 대한 유전에 직선관계가 존재함을 발견하고, 이 직선을 회귀직선(回歸直線)이라고 명명
 - 전체 키 평균으로 돌아가려는(회귀하려는) 경향이 있다는 가설

- 회귀모형은 다양한 방법으로 추정할 수 있지만 가장 일반적인 방법은 최소자승법(Least Squares Method)
 - 최소자승법은 실제값과 추정치 간 차이의 제곱의 합이 최소가 되도록 회귀모형의 계수를 추정하는 방법
 - 회귀모형 추정 시 최우추정법(MLE: Maximum Likelihood Estimator) 등도 활용 가능
 - 통계 소프트웨어(SAS, SPSS, MINITAB 등)뿐 아니라 마이크로소프트(MicroSoft)의 엑셀에서도 단순한 회귀모형 추정이 가능

회귀모형($Y=X$)에서 사용되는 변수에 대한 용어

▷ 회귀모형은 기본적으로 종속변수와 독립변수의 관계로 구성

- 종속변수(dependent variable) Y: 예측변수로 독립변수의 영향을 받으며, 일반적으로 1개 변수로 구성
- 독립변수(independent variable) X: 종속변수를 변화시키는 원인이 되는 변수로 1개 이상

종속변수와 독립변수와 동일한 의미로 사용되는 용어들

종속변수	독립변수
피설명변수(explained variable)	설명변수(explanatory variable)
피회귀변수(regressand)	회귀변수(regressor)
반응변수(response variable)	통제변수(control variable)
피예측변수	예측변수
결과변수	원인변수

종속변수 전망 시 개별 독립변수에 대한 예측치가 필요

- 특정 시점의 예측치를 얻기 위해서는 회귀모형에 포함되어 있는 모든 독립변수에 대한 예측치 혹은 전망치를 사전에 확보

- 회귀모형에서 규명된 종속변수와 설명변수의 관계가 미래에도 지속된다는 가정하에 독립변수의 전망치를 대입
- 따라서 독립변수에 대한 예측치가 정확하지 않으면 전체 모형의 신뢰성 하락은 불가피
- 개별 독립변수들의 전망치에 오차가 클 경우, 종속변수의 예측 오차도 커질 가능성이 높음
- 특정 변수의 예측보다는 변수 간 관계, 영향력, 민감도 분석에 더 유용한 분석 방법

정확한 인과관계를 위해 모형 구성 및 변수 선정에 신중

- 회귀모형 구축 시 모형에 사용되는 변수들 간의 인과관계를 정확히 구성하는 것이 매우 중요
- 특정 상황을 설명하고 전망하는 데 있어서 고려해야 할 변수를 모두 고려하고 있는지 기존 이론이나 조사를 통해 확인
- 역인과관계(reversible causation)가 존재하는 것은 아닌지에 대한 기본적인 질문과 이를 설명하기 위한 조사와 판단이 필요
- 회귀모형은 종속변수를 설명하기 위해 다수의 독립변수를 사용하기 때문에 추정 시 변수들 간 다중공선성²²⁾이 존재 가능
 - 다중공선성이 존재할 경우, 회귀분석이 기본 가정에 위배되므로 분석 자체가 불가능하거나 무의미

22) 다중공선성(Multicollinearity)은 회귀분석 시 독립변수들 간에 상관관계가 높은 것을 의미하며, 이는 회귀분석의 기본 가정에 위배되므로 회귀분석 시 사전에 해결해야 할 문제

역인과관계(reversible causation)

- ▷ 인과관계의 오류라고도 불리는 역인과관계는 원인을 결과로 보고 결과를 원인으로 보는 데서 발생
 - 연관성이 있기는 하지만 그 관계를 반대로 해석할 수 있는 잘못에 대한 주의가 필요
 - A이기 때문에 B인 것을 B이기 때문에 A인 것으로 착각
 - 인과관계의 오류에 빠질 가능성이 높은 상황이 다수
 - ‘경찰관 수가 많을수록 범죄 발생건수가 늘어난다’, ‘헬스장에는 비만인 사람들이 많으니 헬스장에 가는 것은 비만을 유발한다’,
 - ‘고층 아파트가 있는 지역은 인구가 많으니, 인구 증가를 위해 고층 아파트를 많이 지어야 한다’ 등

□ 모형 구성 및 변수 선정 등에 신중을 기할 필요

- 분석대상에 영향을 주는 변수 리스트 작성하여 중요한 변수가 누락되지 않도록 신중하게 검토
- 독립변수들이 분석대상에 어느 정도의 영향을 주고 있는가를 모형화하여 추정
- 예측이 목적인 경우, 개별 독립변수에 대한 예측치는 어떤 방법으로 구할 것인가에 대한 대안도 사전에 마련

예측, 민감도 분석, 시뮬레이션 등 다양한 분야에서 활용

- 단순 예측뿐 아니라 정책평가, 거시경제 및 외부 환경 변화에 따른 영향이나 민감도 분석에 유용
 - 회귀모형에 나타나는 개별 변수에 대한 민감도를 통해 어떤 변수에 민감한가에 대한 정량적인 근거 제시

- 예로 들어, 경제성장률, 1인당 소득변화 등에 따른 수요변화 정도를 측정
- 관심 이슈에 대한 변수를 모형에 포함시켜 그 변수의 변화에 따른 영향 정도를 측정
- 예로 들어, 양극화가 자동차 수요에 미치는 영향 정도를 파악하기 위해 가구소득 중간값 이하 가구 수의 비율을 모형에 포함²³⁾

□ 직·간접적으로 시뮬레이션을 수행하는 경우에도 유용

- 다양한 시나리오가 예상되는 불확실한 상황에서 개별 시나리오에 대한 영향을 비교하고, 이에 대한 대응전략을 수립하는 데도 활용
- 예로 들어, 글로벌 경제위기로 인해 향후 세계경제 전망이 명확하지 않은 경우, 몇 가지 시나리오에 대한 영향을 선제적으로 파악
- 회귀분석 모형에서의 직접적인 시뮬레이션뿐 아니라 다른 시뮬레이션 모형에서 필요한 부분을 회귀분석으로 보완
- 예로 들어, 회귀분석으로 추정된 품목별 소득-수요의 관계를 다른 시뮬레이션 모형에서 부족한 계수의 대리(proxy) 변수로 사용

□ 경제학, 경영학, 사회과학뿐 아니라 물리, 화학, 생물, 공학, 농학, 의학 등 전 분야에서 활용

- 인터넷 사용자와 1인당 GDP, 기온과 음료수 판매량, 세계경제 성장이 제품 수요에 미치는 영향 등
- 의학 분야에서는 성별, 연령의 증가, 음주, 흡연, 과체중 등이 간 기능에 미치는 영향을 분석²⁴⁾

23) 김현철 (2010). “양극화 경제성장이 승용차 수요에 미치는 영향.” 『한국통계학회논문집』, 17(6), 767-777.

24) 박해모 (2006). “한·양약 복용이 간기능에 미치는 영향과 정상범위를 초과하는 대상자의 일반적 특성에 관한 연구”. 상지대 대학원 박사학위논문.

2) 시계열 분석 (Time Series Analysis)

예측하고자 하는 변수의 과거치를 중시

- 예측시점 직전까지의 과거 시계열 데이터가 예측치를 만들 수 있는 대부분의 정보를 내포하고 있다는 것이 기본 철학
 - 경제 주체들이 자신들의 과거 경험과 지식에 따라 움직이고 있음을 중시
 - 예) 소비지출/GDP 자료 등은 예측시점 전까지의 자신의 과거 수치가 미래 예측치의 근거
- 대부분의 거시경제·금융 관련 자료가 시계열 자료이기 때문에 특성 및 분석방법에 대한 이해가 중요
 - 변수의 현재 값이 과거치와 연관되어 있는 자기상관(Autocorrelation)과 시계열 자료의 안정성(stationary)²⁵⁾ 여부를 점검하는 것이 최우선
 - 자기상관관계를 검증하고 분석대상 자료를 안정적 시계열로 만드는 것이 시계열 분석의 기초 작업

불안정적 시계열 vs. 안정적 시계열 (원/달러 환율)

원자료(불안정)



전월 대비 증감률(안정적)



주: 월평균 원/달러 환율 (1990.1~2011.10)

자료: 한국은행, ECOS.

25) 시계열이 '안정적'이라는 뜻은 시계열의 평균과 분산 등이 시간이 흐름에 따라 일정하게 유지되는 상태

분석대상 자료의 안정성 여부에 따라 추정방법을 차별화

- 시계열 분석방법은 분석대상 시계열 자료가 1개인 단변량 혹은 여러 개인 다변량인가에 따라 크게 ARIMA와 VAR 모형으로 구분 가능
 - 분석대상 변수가 안정적 시계열인 경우 ARIMA(단변량 모형)과 VAR(다변량 모형)가 대표적
 - 안정적이지 않은 시계열인 경우, 차분 등의 방법을 통해 시계열을 안정화시키거나 ECM(단변량)/VECM(다변량) 등 다른 추정방법을 사용
 - 시계열 자료는 특성상 자기상관관계를 가질 가능성이 높아 해당 시계열의 안정성을 점검하는 것이 중요
 - 불안정한 시계열 변수 간의 모형에서는 의미가 없는 독립변수로 인해 종속변수에 대한 설명력이 높아지는 가성회귀(Spurious Regression)의 문제가 발생할 소지가 큼

시계열 자료 유형에 따른 주요 분석 방법론

구분	단변량 변수	다변량 변수
안정(stationary, 정상)	ARIMA	VAR
불안정(non-stationary, 비정상)	ECM	VECM

주: ARIMA(AutoRegressive Intergrated Moving-Average)

VAR(Vector AutoRegressive), ECM(Error Correction Model)

VECM(Vector Error Correction Model)

① ARIMA 모형 (안정적+단변량)

- 단일 시계열을 활용한 예측방법으로, 단순히 추세를 연장하는 평활법²⁶⁾과는 달리 확률 개념을 포함한 통계적인 체계를 갖춘 방식
 - 시계열 자료의 비정상적인 추세, 계절 요인 등을 사전에 제거한 정상시계열을 분석하는 방법으로 비교적 완전한 이론 체계를 갖춘
 - 모형 식별, 추정방법, 예측 등이 체계적으로 구성

26) 방법론에는 지수평활법(Exponential Smoothing Method) 등이 있으며, 과거에 수집된 시계열의 평균을 이용하여 예측하는 방법으로 최근 자료에 대해 높은 가중치를 부여하여 예측하는 방법

- 해당 자료의 과거를 의미하는 시차(lag)변수들로 독립변수를 구성하여 시차가 없는 원래 변수를 설명하는 시계열 모형
- 다만, 시차변수가 아닌 다른 변수에 대한 영향 및 민감도 등이 필요한 경우에는 ARIMA 모형만으로는 측정하기 어려움²⁷⁾

ARIMA 모형

- ▷ ARIMA 모형은 1950년대 후반에 이미 정형화되어 단기에측에 많이 이용되는 고전적인 시계열 모형
- ARIMA 모형은 Auto Regressive Integrated Moving Average 모형의 약자
- Box와 Jenkins가 체계화해 Box-Jenkins 모형 혹은 Box-Jenkins ARIMA 모형이라고 불림²⁸⁾

□ ARIMA 모형은 기본적으로 예측을 목적으로 개발되었으므로 활용 분야와 주제가 다양

- 거시·금융경제 변수뿐 아니라 자료 확보가 상대적으로 용이한 무역 관련 수출입 물량 예측 등에 활용
- IT 수출(반도체, 통신기기, 휴대폰)²⁹⁾, 해상물동량, 수산물 수입, 특정 지역의 수출입 화물량 등 무역 관련 내용
- 추정을 위한 시계열 자료 확보가 가능하다면 활용 분야나 주제는 제약이 없음
- 수산업의 어종 획득량, 경찰 인력 수요³⁰⁾, 섬유산업 인력 수요, 서울 특1급 호텔의 외국인 객실 수요³¹⁾, 레스토랑 매출액³²⁾, 한국 프로스포츠(축구, 야구) 관중 수³³⁾ 예측 등

27) ARIMA 모형에 설명변수를 추가한 ARIMA-X 모형도 있으나 본 보고서의 논의에서는 제외

28) Box, G. E. P., Jenkins, G. M. & Reinsel, G. C. (1970). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.

29) 손용정(2011), “IT 제품의 수출 예측과 경쟁력 강화방안.” 국제e비즈니스학회, e-비즈니스연구. 12(1), 399-417.

30) 김상호 (2007), “경찰의 인력수요 예측 -ARIMA모형을 이용한-.” 『한국행정논집』, 19(4), 1075-1096.

31) 김태구, 송두석 (2006). “ARIMA 모형을 적용한 외국인 이용객 호텔객실 수요 예측모형 선정: 서울 특1급 호텔을 중심으로.” 『호텔경영학연구』, 15(5), 97-118.

32) 임은순 (2007). “레스토랑 매출액 예측: 지수평활법과 ARIMA 모형을 중심으로.” 『호텔경영학연구』, 16(2), 139-154.

② VAR(Vector Auto Regression) 모형 (안정적+다변량)

- VAR 모형은 ARIMA 모형의 확장형으로 예측하고자 하는 자기변수 이외에 다른 설명변수의 시차변수를 동시에 고려
 - 가장 활발히 사용되는 시계열 모형 중 하나로, 여러 시계열 변수 간 관계를 큰 제약 없이 구성
 - 기존 계량모형은 제약이 많아 경제변수 간 관계를 정확히 알아내는 데 한계가 있다는 점에서 출발
 - ARIMA 모형과 다른 점은 자기 자신의 시차 변수뿐 아니라 다른 변수들의 시차변수까지 설명변수에 포함
 - 시계열 자료가 변수 자체의 과거 패턴뿐 아니라 관련성이 있는 다른 변수의 변동과도 연관

2011년 노벨 경제학상 수상자 심스(Christopher Sims) 교수

- ▷ VAR(Vector Auto Regression, 벡터자기회귀) 모형을 창안한 심스 교수는 2011년 노벨 경제학상 수상
 - 거시정책과 경제변수의 인과관계를 규명한 공로를 인정받아 토머스 사전트(Thomas Sargent) 교수와 공동 수상
 - VAR 모형은 경제 예측과 거시정책 영향 등 인과관계 분석의 정확성이 높아 거시경제모형에서 보편적으로 사용

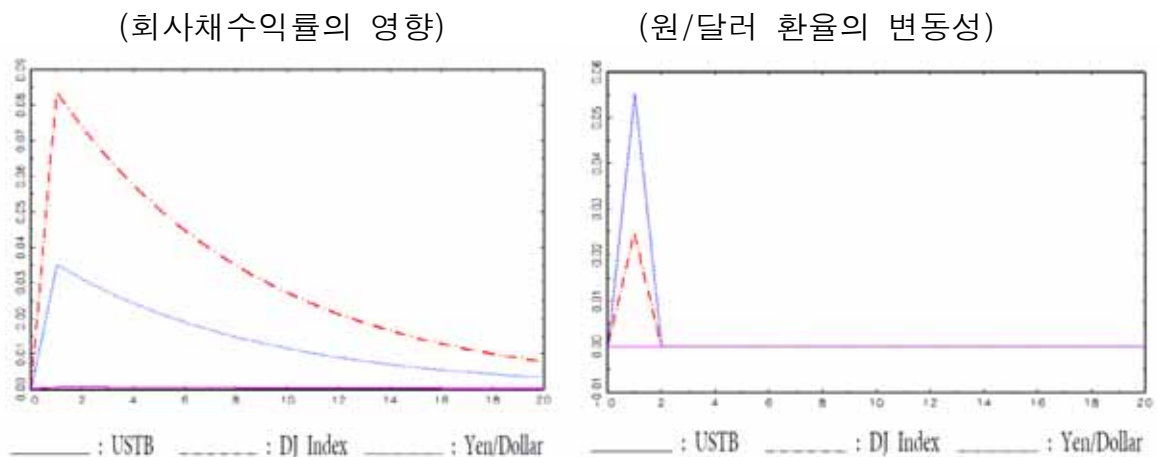
- VAR 모형의 경우 충격반응함수(impulse response function)를 이용해 시간 변화에 따른 외부 충격의 영향을 파악할 수 있음
 - 일시적인 금융·재정정책의 변화, 경제 충격 등이 거시경제에 어떻게 영향을 주는가를 시기별로 파악 가능

33) 설민신 외 (2011). “시계열 분석을 이용한 한국 프로야구 관중 예측연구(2011-2015).” 『한국사회체육학회지』, 45(1), 375-387.; 최재일, 정용락 (2010). “시계열 분석에 의한 한국 프로축구 관중수 예측(2009-2015).” 『한국사회체육학회지』, 39(2), 921-928.

- 연못에 돌을 던졌을 때 파장이 퍼져나가는 모양과 크기, 시간을 연속적으로 관찰하는 것과 유사

충격반응함수의 예시

- ▷ (회사채수익률의 영향) 다우존스지수(DJ Index)가 급락할 경우, 회사채 수익률 변동이 크지만, 미재무부증권금리(USTB)의 충격은 회사채 수익률을 거의 변화시키지 못함
- ▷ (원/달러 환율의 변동성) 엔/달러 환율(Yen/Dollar)과 다우존스지수(DJ Index)는 원/달러 환율 변동에 영향을 주지만 1기 영향에 그침



<자료: 이근영 (2010). “국제금융시장 충격이 국내금융시장 변동성에 미치는 영향.”
『금융연구』, 24(4), 49-85.>

- ③ ECM(Error Correction Model, 오차수정모형) (불안정적+단변량)
또는 VECM(Vector Error Correction Model) (불안정적+다변량)

□ ECM/VECM 모형은 안정적 시계열에 적용되는 ARIMA/VAR 모형과 달리 불완전 시계열에 적용되는 모형

- 시계열 변수의 불안정성을 변수 변환이 아닌 추정모형 내에서 다양한 변수와 시차변수로 직접 통제
- 시계열 자료가 안정적인 상태에서 이탈하는 정도를 모형에 포함

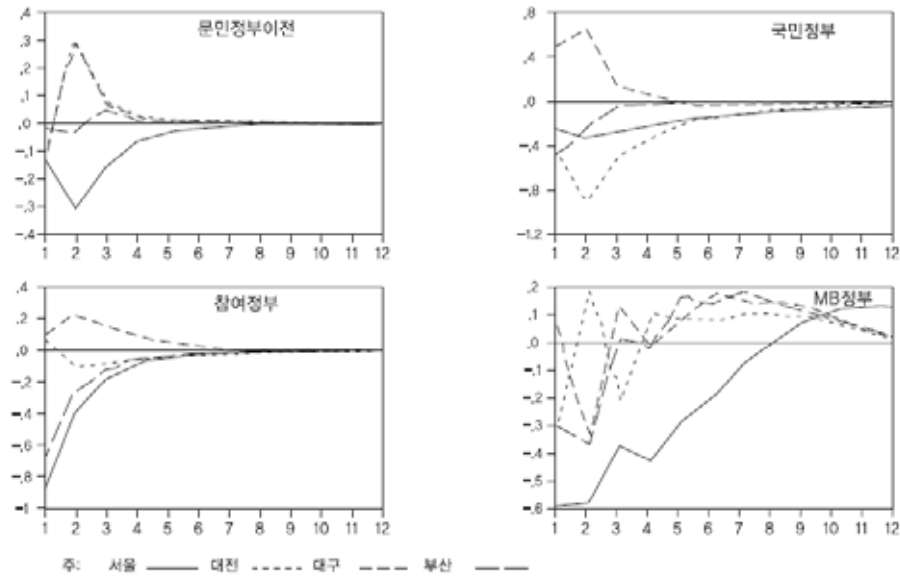
- 시계열의 안정화를 위해 차분 등 직접적인 방법으로 수정하지 않으므로 변수의 장기적인 관계 추정이 가능
- 불안정적인 시계열을 안정화시키기 위해 차분 등의 방법을 사용할 경우, 단기적 변화에 대한 정보만 가진 변수로 변환

데이터가 풍부한 거시경제 및 금융 분야에서 많이 사용

- 시계열 모형에서는 시차변수의 포함, 안정적 시계열로의 변화 등의 과정에서 가용 자료의 손실이 발생하기 때문에 많은 데이터가 필요
 - VAR/VECM 모형의 경우 시차변수들도 추정 모형에 포함되므로 추정해야 하는 파라미터가 수가 증가
 - 모형 내 시계열 변수가 n 개이고 시차변수를 1개 더 고려할 경우, 추정해야 할 파라미터 수는 n 개 늘어남
- 단일 시계열 모형인 ARIMA 모형에서도 시계열 자료의 안정화를 위해 차분 등의 방법을 사용하므로 데이터 손실이 발생
 - 월별 자료를 사용하는 경우 계절성을 제거하기 위한 차분 과정에서 12개의 데이터가 손실되고 분기 자료를 사용하는 경우에는 4개 데이터가 손실
- 따라서 시계열 분석의 특성상, 장기 시계열 자료 확보가 용이하고 자료 생성주기가 짧은 증권, 환율 등 금융 분야에서 주로 활용
- 최근 부동산, 금리 등 거시경제의 중장기적인 정책 영향 분석에 활용한 사례가 증가
 - 부동산 정책 등 구체적인 정책 이슈에 대한 효과를 분석하는 데도 활용
 - 예를 들어, 과거 정부의 부동산정책 효과를 분석해보면, 대전, 대구, 부산의 부동산 시장은 긍정적인 변화가 발생한 후 빠르게 안정되나, 서울은 부정적인 변화가 지속되어온 것으로 분석³⁴⁾

34) 최차순 (2010). “부동산정책이 부동산시장에 미치는 영향에 관한 연구.” 『대한부동산학회지』, 28(2), 69-91.

과거 정부의 부동산정책에 대한 지역별 아파트 매매시장의 반응



자료: 최차순 (2010). “부동산정책이 부동산시장에 미치는 영향에 관한 연구.”
『대한부동산학회지』, 28(2), 69-91.

- 자료 확보가 가능할 경우, 탄소배출권의 외부 환경 변화 이슈, 인력, 물, 희귀금속 등의 자원수급 문제 등도 시계열 모형으로 분석
 - 예를 들어, 탄소배출권 가격은 오일, 천연가스, 전력 등의 가격에 영향을 받으며, 특히 오일가격의 충격에 가장 민감한 것으로 파악³⁵⁾
 - 희귀금속에 대한 수요 전망을 통해 수요정책의 효율성을 파악하고 단기 수요 예측을 시도³⁶⁾

35) 부기덕, 정기호 (2011). “벡터오차수정모형을 이용한 유럽 탄소배출권가격 분석.” 『한국데이터정보과학회지』, 22(3), 401-412.

36) 1990년 1Q부터 2008년 1Q까지의 분기별 자료로서 희유금속은 크롬(Chrome)을 사용(김홍민, 정병희 (2008). “VECM 모형을 이용한 국내 희유금속의 수요 예측모형.” 『품질경영학회지』, 36(4), 93-101.)

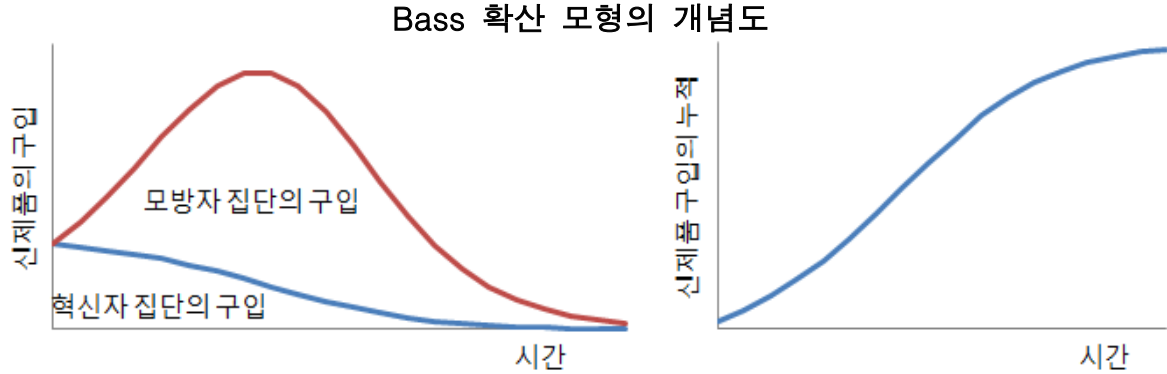
3) 확산모형

신제품이 구성원들 사이에서 퍼져나가는 과정을 모델링

- 확산모형³⁷⁾은 신제품의 정량적인 수요 예측 방법 중의 하나로, 신제품의 보급(누적 수요)이 완만한 S자형 곡선을 보인다는 경험에 근거
 - 여기서 신제품은 기존의 제품을 약간 개선시킨 수준이 아니라 컴퓨터나 TV가 시장에 처음 소개되었던 것처럼 혁신적으로 새로운 제품을 의미
 - 확산 이론은 자연과학에서는 질병의 확산 모형에, 경영학에서는 새로운 상품의 구입 모형에, 사회학에서는 새로운 사고의 확산 모형에 적용
- 신제품이 집단 구성원들 사이에서 여러 의사소통 체계(Communication channel)를 통해 퍼져나가는 과정을 모델링
 - 모델 수립에는 확산 속도와 전체 모집단의 크기를 의미하는 계수의 추정이 필요
 - 신제품 도입 초기로 실적 데이터가 부족한 상황에서 수요를 예측할 때 활용이 가능
- 확산모형에서는 대중매체와 구전(Word of mouth)을 통해 신제품을 구매하는 것으로 가정
 - 광고와 같은 대중매체의 영향을 받아 신제품을 구입하는 집단을 혁신자(Innovators)로, 기구매자의 사용 경험과 같은 구전에 의해 구입하는 집단을 모방자(Imitators)로 구분

37) 경영학 분야에서의 확산이론 연구들의 근간은 1969년에 발표된 Bass의 신상품 확산모형으로, 여기에서의 확산모형은 Bass의 확산모형을 기준으로 설명(Bass, F. M. (1969). A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15(January), 215-227.)

- 초기에 혁신자 집단이 구입하고, 이들의 영향을 받아 모방자 집단이 구입
 - 신제품 구입이 증가하면서 보급에 해당하는 누적 구입은 S자 곡선을 형성



□ 확산모형은 미구입자인 소비자가 해당 품목을 구입할 확률을 모사

- $\frac{f(t)}{1-F(t)} = p + qF(t)$ 로서 혁신자와 모방자 집단의 구매 방식을 수식화
 - $f(t)$ 는 신제품 구입률을 나타내고, $F(t)$ 는 신제품 보급률로 구입률의 누적에 해당
 - p 와 q 는 각각 혁신자 집단과 모방자 집단의 구입 성향을 결정하는 혁신계수와 모방계수
- 신제품의 구입률인 $f(t)$ 가 초기에는 혁신계수 p 에 의해 결정되며, 신제품의 보급인 $F(t)$ 가 커질수록 모방계수 q 의 영향이 증가

□ 확산모형으로부터 신제품의 수요 및 보급 모델을 유도 가능

- 잠재수요를 m 이라고 하면 t 시점에서의 수요 $n(t) = mf(t)$, 보급 $N(t) = mF(t)$ 에 해당
- 미분방정식을 풀어서 수요와 보급 모델을 유도하면
 수요 $n(t) = m \left[\frac{p(p+q)^2 e^{-(p+q)t}}{(p+q e^{-(p+q)t})^2} \right]$, 보급 $N(t) = m \left[\frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \right]$
- 혁신계수 p 와 모방계수 q , 잠재수요 m 을 추정하면 수요 모델이 결정

□ 확산모형의 계수 추정은 초기 데이터 활용, 전문가 경험, 유사 사례 적용의 3가지 방법이 가능

① 초기 실적 데이터가 존재하는 경우 이를 활용

- 실적 데이터를 회귀분석을 통해 2차 방정식 $N_t = a + bY_{t-1} + cAY_{t-1}^2$ 의 형태로 추정하면, 계수는 $m = (-b \pm (b^2 - 4ac)^{1/2})/2c$, $p = a/m$, $q = -cm$
- 많은 연구 사례들을 분석한 결과 p 와 q 의 평균은 0.03과 0.38³⁸⁾
- 시제품에 대한 테스트 판매 데이터를 활용하는 방법도 가능

② 전문가의 경험과 판단을 활용

- 시장 크기, 제품 수요가 최대일 때의 시간, 최대일 때의 수요치 등에 대한 전문가나 경영자의 판단으로부터 계수 추정이 가능³⁹⁾
- 혁신계수와 모방계수는 제품 수요가 최대일 때의 시간과 그때의 수요치로부터 역산출

③ 유사한 제품의 판매 사례를 이용

- 위성 DMB 서비스 수요 추정에 이동전화 서비스 가입자 실적과 위성 DMB 서비스 수용에 대한 설문조사를 활용⁴⁰⁾
- 위성 DMB 서비스가 이동전화 서비스와 동일한 확산 유형을 따른다고 가정

38) Sultan, F., Farley, J. U. & Lehmann, D. R. (1990). A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models. *Journal of Marketing Research*, XXVII(February), 70-77.

39) Mahajan, V. & Sharma, S. (1986). A Simple Algebraic Estimation Procedure for Innovative Diffusion Models of New Product Acceptance. *Technological Forecasting and Social Change*, 30(4), 331-345.

40) 송영화, 한현수 (2005). “혁신 채택 및 확산이론의 통신방송융합(위성DMB) 서비스 수요추정 응용”. 『경영과학』, 22(1), 179-197.

제품의 가격 하락과 광고효과 등을 고려하여 확산모형이 진화

□ 확산모형은 제품의 가격이나 광고에 의한 공급 측의 노력이 반영되지 않고 인구와 소득의 변화에 대한 반영도 부족

- 인구의 증감, 소득 수준에 따라 잠재수요가 변할 수 있으며 의사소통 체계의 변화에 따른 혁신계수, 모방계수의 변화도 가능

□ 확산모형에 가격, 광고효과, 시간에 따른 잠재고객 변화 등을 적용시켜 다이내믹한 모델로 진화 중

- 가격을 통합시킨 모형은 $n(t) = \left[p + \frac{q}{m} N(t) \right] [m - N(t)] G(p)$ 의 형태⁴¹⁾

- $G(p) = e^{-dp(t)}$ 로서 d 는 가격 탄력성 상수, $p(t)$ 는 가격을 의미
- 가격이 높을수록 수요는 감소하고, 반대로 가격이 낮을수록 증가

- 광고효과는 $n(t) = \left[a_0 + a_1 \ln A(t) + b \frac{N(t)}{m} \right] [m - N(t)] G(p)$ 의 형태로, 혁신계수에 광고지출비를 포함⁴²⁾

- $A(t)$ 는 생산자의 광고지출비, a_1 은 광고효과 계수, a_0 는 광고와 구전이 아닌 수단으로 혁신자집단에 전달되는 정보 계수를 의미

- $n(t) = \left[p + q \frac{N(t)}{m(t)} \right] [m(t) - N(t)]$ 의 형태로, 잠재고객이 시간에 따라 변화하도록 적용 가능⁴³⁾

- 잠재고객이 기업의 마케팅 노력, 인구 증가, 경제적 여건 등에 의해 변화되는 경우에 적용

41) Robinson, B. & Lakhani, C. (1975). Dynamic price models for new product planning. *Management Science*, 21(June), 1113-1122.

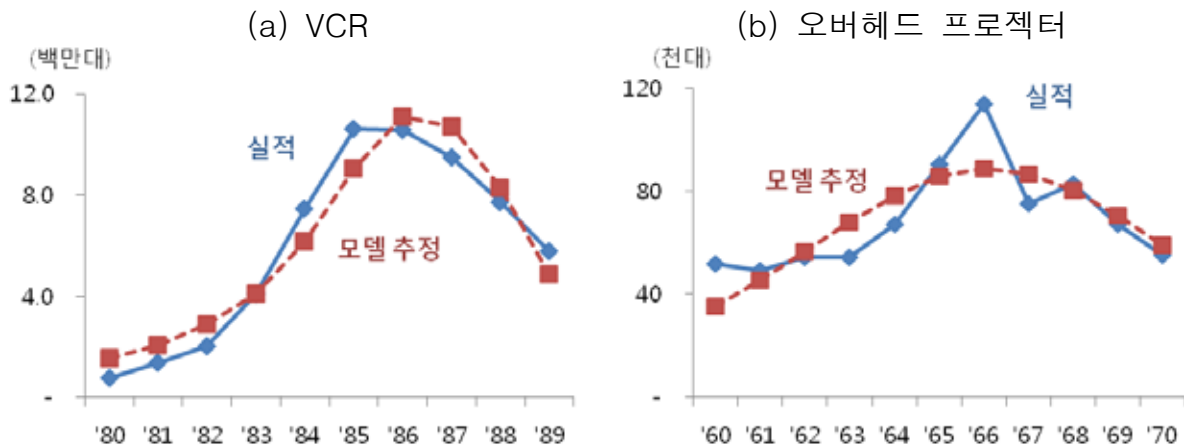
42) Dan, H. & Simon, L. S. (1983). Advertising and the Diffusion of New Products. *Marketing Science*, 2(Winter), 1-17.

43) Mahajan, V. & Peterson, R. A. (1978). Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population. *Management Science*, 24(15), 1589-1597.

PC를 비롯한 전자제품 수요 예측이 대표적 사례

- 기존 제품에 비해 혁신적인 신제품의 출시사례를 통해 확산모형의 타당성을 검증
 - VCR, 프로젝터 같은 혁신적인 제품의 초기 출시 데이터에 적용⁴⁴⁾
 - 최대치를 기점으로 하락하는 벨 모양의 수요 형태를 모델이 제대로 추종

확산모형의 수요 추정 사례



- PC와 TV처럼 기능이 개선되어 출시되는 신제품에는 세대 간 대체를 고려한 확산모형을 적용⁴⁵⁾
 - 확산모형에 기술대체 모델을 접목하여 세대 간 대체 현상을 반영할 수 있는 확산모형을 제시
 - 각 세대는 앞 세대가 잠재수요에 완전히 확산되기 전에 도입
 - 세대수가 2세대인 경우

$$N_1(t) = F_1(t)m_1[1 - F_2(t - t_2)] \text{ for } t > 0 \quad (F_2(t) = 0 \text{ for } t < t_2)$$

$$N_2(t) = F_2(t - t_2)(m_2 + F_1(t)m_1) \text{ for } t > t_2$$

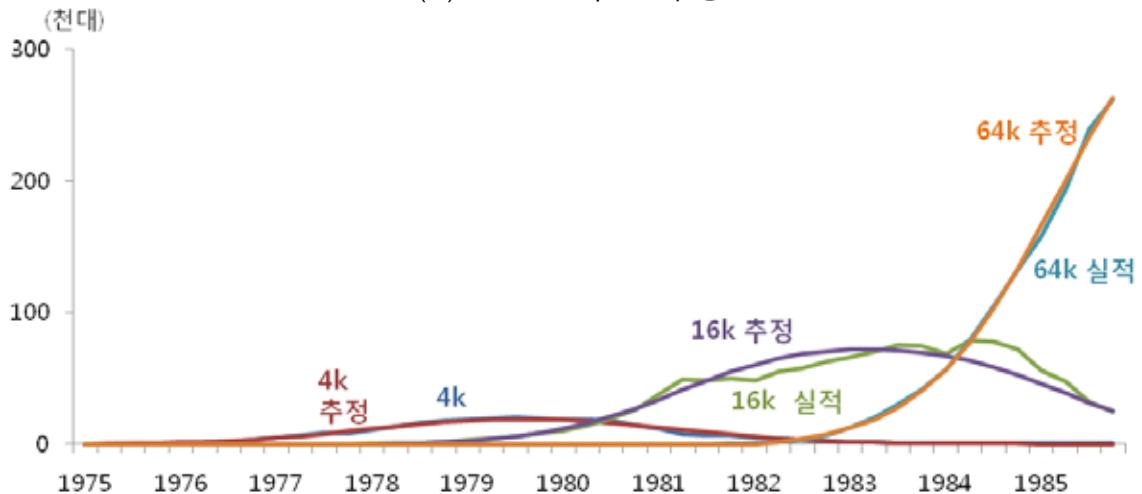
44) Bass, F. M. (1999). Diffusion Theory in Marketing: a historical perspective. Extensive presentation of the Bass Model, its extensions and examples of applications.

45) Norton, J. & Bass, F. (1987). A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High-Technology Products. *Management Science*, 33(9), 1069-1086.

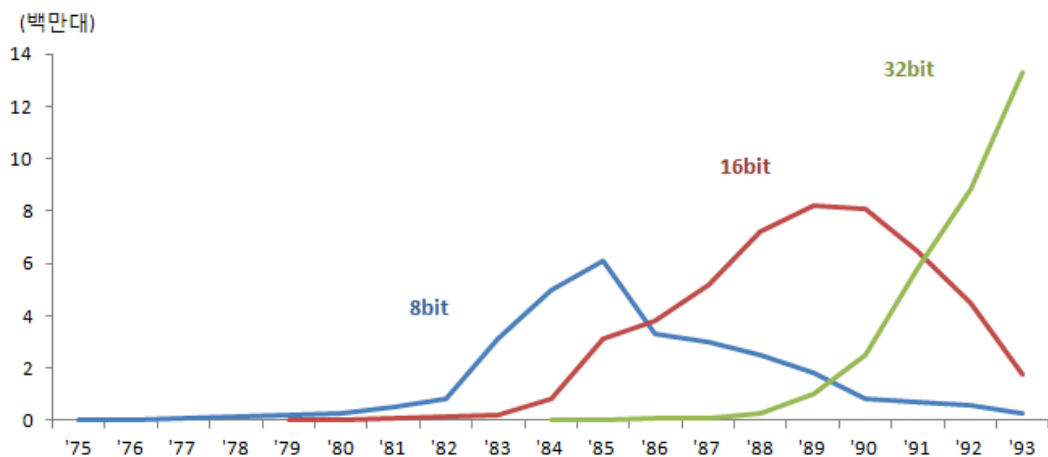
- 2세대 제품이 출시된 후부터는 1세대 제품의 잠재수요에서 2세대 제품 구입자를 제외
 - 반면, 2세대 제품의 잠재수요에는 1세대 제품 구입자들을 포함
- 메모리 반도체의 경우 기존 4k 용량에서 16k, 64k로 개선된 신제품을 출시했을 때, PC의 경우 기존 8비트 PC에서 16비트, 32비트 PC를 출시했을 때 적용

세대 간 대체를 고려한 확산모형

(a) DRAM 수요 추정



(b) PC 수요 사례



3. 시스템적 접근

1) 정보 예측 시장(prediction market)

베팅 게임(betting game)을 통해서 수요 예측 정보를 수집

□ 정보 예측 시장은 예측하고자 하는 문제의 예상 결과를 토대로 만들어진 권리를 두고 참여자들이 선물시장(Future market)과 같은 방식으로 거래하는 베팅 게임 시스템을 구축

- 정보 예측 시장은 예측 문제의 결과에 따라 보수를 지급받을 수 있는 권리를 참여자들이 자유롭게 사고 팔수 있는 시장
 - 예를 들어, Iowa Electronic Market은 참여자에게 2012년 미국 대통령 선거에서 공화당이 승리할 경우 시장으로부터 1달러를 수령하고, 공화당이 패배할 경우 아무것도 받지 않는 권리를 판매
- 참여자들 간의 권리 매매가 허용되며 참여자는 권리의 시장 가격과 자신의 예측을 비교하여 권리를 구입하거나 판매
 - 예를 들어, 2012년 미국 대통령 선거 결과 민주당의 승리 확률을 60%로 추정하는 참여자는 민주당 승리 시 1달러를 수령하는 권리의 시장 가격이 0.6달러 이하일 경우에 이 권리를 구입할 경향이 높음
- 참여자들이 문제의 결과를 예측하고 수익이 기대되는 결과에 베팅하는 과정에서 시장의 매매 가격이 형성되며, 권리 가격은 역으로 예측 문제에 대한 다수의 기댓값을 제공

□ 시장은 승자독식(winner-takes-all)과 비례배분의 2가지 형태로 구분

- 일반적으로 널리 사용되는 승자독식 형태의 시장은 결과가 결정되었을 때 해당 결과에 베팅한 참여자에게만 보상을 제공
- 지수 형태의 예측 시장은 예측하는 문제의 결과를 연속적인 수치로 표기하고, 결과값의 크기에 비례하여 보상을 제공
 - 이 방법은 시장점유율, 매출액과 같이 정량적 수치 예측하는 상황에서 주로 사용

- 높은 결과값이 예상된다면 일반적으로 권리를 구매하는 데 더 많은 비용을 지불하게 됨

① 승자독식(winner-takes-all) 형태

- 예상가능한 모든 결과를 몇 개의 범주로 제시하고, 참여자는 발생 가능성이 가장 높을 것 같은 범주에 해당하는 권리를 구입
 - 발생 가능한 결과값이 연속적인 수치일 경우 수치의 범위를 지정하여 카테고리 구성이 가능
 - 예를 들어 100 이하/100 이상, 200 미만/200 이상 등으로 구분
- 예측하는 문제에 대한 결과가 결정되면 해당 결과의 범주에 베팅한 참여자들은 미리 정해진 보상을 받음
 - 예를 들어, “삼성 라이온즈” 권리를 구입한 참여자들은 2012년 프로야구 정규 시즌에서 삼성 라이온즈가 우승할 경우 권리당 1000원을 받으며 삼성 라이온즈가 우승하지 못할 경우에는 아무것도 받지 못함

휴렛팩커드(Hewlett-Packard)의 승자독식 정보 예측 시장의 예

- ▷ 휴렛팩커드는 프린터기 판매량을 예측하는 승자독식 정보 예측 시장 구축
 - 익월 프린터기 판매량 예측을 위해 판매량의 가능 범위를 10개의 상호배타적인 범주로 나누어 승자독식 형태의 베팅 게임을 구축
 - 결과를 확인한 후 해당 카테고리의 권리를 소유한 참여자들에게 권리당 1달러를 지급
 - 회사 내부에서 정보 예측 시장을 실행하였으며, 비전문가 참여자로 구성하기 위해 마케팅 부서와 재무부서의 참여를 제한
 - 예측 시장의 거래 가격을 토대로 예상 판매량과 확률 분포를 계산

<자료: Chen, Kay-Yut. & Plott, C. R. (1998). Information Aggregation Mechanisms: Concept, Design and Implementation for a Sales Forecasting Problem. California Institute of Technology.>

□ 특정 범위의 권리가 높은 가격에 매매되면 해당 범주의 결과가 일어날 확률이 높다고 해석

- 참여자는 결과의 발생 가능성을 고려하여 권리의 가치를 평가하며, 이를 권리 가격과 비교해 매매 여부를 판단
- 참여자들이 많이 구입하는 권리의 시장 가격은 일반적으로 상승

② 비례배분 형태

□ 비례배분 형태의 시장에서는 결과값이 연속적인 수치로 표시되며 권리를 구매한 참여자는 최종 결과값에 비례하여 보수를 지급받음⁴⁶⁾

- 참여자는 제품의 시장점유율, 선거의 득표율, 주식 가격에 비례하여 보상 받을 수 있는 권리를 거래

할리우드 예측 시장(HSX)의 비례배분 형태의 예

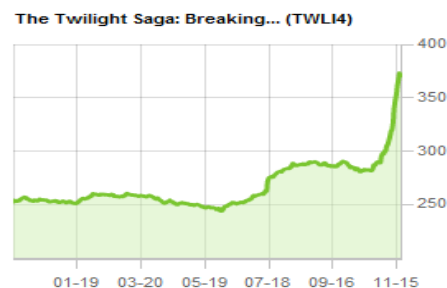
▷ 할리우드 예측 시장은 개봉 예정 영화의 거래 가격을 통해서 흥행을 예측

- 시장은 영화 개봉 4주 후 영화 수익금에 비례하여 참여자들에게 가상 화폐인 "할리우드달러(H\$)"를 지급
- 예를 들어, 개봉 4주까지 영화 수익금이 700만 달러일 경우 7H\$를 지급

HSX의 시장 현황(2011.11.18)



개봉예정작 권리가격 변동 예



<자료: 할리우드 정보 예측시장 홈페이지 <www.hsx.com>>

46) 필요에 따라 결과값에 함수를 취해 금액을 결정하기도 함 (예를 들어, 결과의 제곱값을 지급)

- 비례배분 형태의 시장에서는 권리가 높은 가격으로 매매되면 해당 지표의 결과값이 클 것으로 해석
 - 참여자는 권리의 시장 가격과 예상 결과값을 비교하여 권리의 매매 여부를 판단

기업의 중요 사안에 관한 효과적인 모니터링 수단

- 정보 예측 시장은 선거 결과, 스포츠 승부, 영화 흥행 여부 등 대중적인 문제뿐 아니라 기업 내부의 신제품/신서비스 수요, 주요 프로젝트의 성공 여부 등 예측에도 적용 가능
 - 구글, 휴렛패커드, 엘리 릴리(Eli Lilly) 등은 자사의 제품 및 서비스의 수요 예측, 신약 개발 프로젝트의 성공 여부 예측 등에 이를 활용
 - 루메노직(Lumenogic)은 정보 예측 시장을 활용하여 고객사의 전략, 정책 수립 컨설팅을 수행⁴⁷⁾
 - 머크앤드컴퍼니(Merck & Co.), 바이엘(Bayer), 로레알(Loreal), 지멘스(Siemens), 소니뮤직(Sony Music) 등의 글로벌 기업들이 주요 고객사로 제품 혁신, 가격 예측 프로젝트에 활용
 - 인트레이드닷컴(Intrade.com)은 정치, 비즈니스, 경제, 과학 기술, 환경 등의 현상에 대한 미래 예측에 정보 예측 시장을 이용
 - 대표적인 예로 2012년 이전에 이탈리아가 EU 회원국이나 국제통화기금(IMF)으로부터 500억 유로 이상의 돈을 긴급 대출 받을지에 관한 권리를 매매
- 정보 예측 시장은 미래 결과에 영향을 미칠 수 있는 중요한 상황 변화를 실시간 반영할 수 있고, 적은 비용으로 의견 수렴이 가능
 - 참여자는 최신 정보를 반영하여 베팅하므로 실시간으로 가격이 조정됨

47) Lumenogic 홈페이지 <www.lumenogic.com>

- 적절한 형태와 금액의 보수에 관심을 가진 외부인뿐 아니라 관련 문제에 대해 지식이 많은 내부 관계자들까지 다양한 배경의 참여자가 관여
- 익명성이 보장되는 환경으로 참여자들이 비난에 대한 두려움 없이 솔직한 의견 표현이 가능
- 일반적으로 다양한 의견을 가진 집단이 소수의 전문가 의견보다 정확⁴⁸⁾
- 가상 화폐를 사용하거나 자기금융(self-financing) 시스템⁴⁹⁾을 활용할 경우 비교적 적은 예산으로도 정보 예측 시장의 구축이 가능
- 가상 화폐를 이용한 예측 시장(예, NewsFutures.com⁵⁰⁾)과 실제 화폐를 이용한 시장(예, TradeSports.com⁵¹⁾)의 예측 정확도가 유사⁵²⁾

구글(Google) 정보 예측 시장의 가상 화폐 구블(Gooble)

- ▷ 구글 정보 예측 시장에서는 가상 화폐인 구블로 권리를 매매할 수 있으며, 이는 추첨을 통해 상품으로 교환 가능
- 구글은 정보 예측 시장에서 분기 단위로 구글 이메일(Gmail) 사용자의 수와 같은 수요 예측을 진행하였으며, 분기 말마다 가상 화폐인 구블을 복권으로 교환
 - 복권은 추첨을 통해 25~100달러 상당의 상품으로 교환할 수 있으며, 매 분기의 상품 예산은 1만 달러로 책정

<자료: Cowgill, B., Wolfers, J. & Zitzewitz, E. (2008). Using Prediction Markets to Track Information Flows: Evidence from Google. American Economic Association 2008 Annual Meeting.>

48) Page, S. E. (2007). *The Difference: How the power of diversity creates better groups, firms, schools, and societies*. New Jersey: Princeton University Press.

49) 외부에서 자금을 조달하지 않고 참여자들끼리 돈을 주고받으며 운영되는 시스템

50) 특정 참여자에 한하여 가상 화폐를 상품으로 교환 가능

51) 시장 입장 시 보증금을 지불하고 베팅 게임에 참여하는 방식으로 참여자는 돈을 잃을 수도 있음

52) Servan-Schreiber, E. et al. (2004). Prediction Markets: Does Money Matter? *Electronic Markets*, 14(3), 243-251.

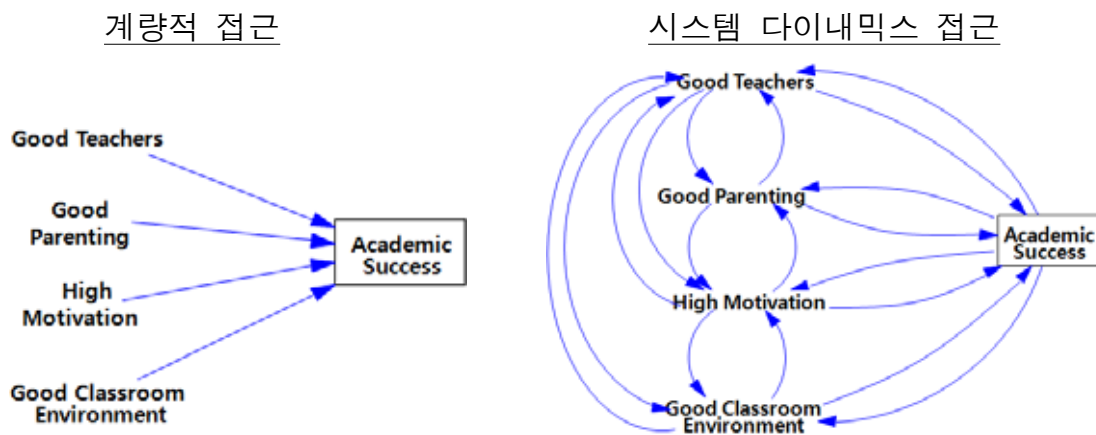
2) 시스템 다이내믹스

다양한 변수 간 인과관계를 현실과 유사하게 모형화

□ 시스템 다이내믹스(System Dynamics)는 변수들 간의 연쇄적인 인과관계를 현실적으로 모형화하고 시뮬레이션을 통해 동태적인 변화과정을 분석

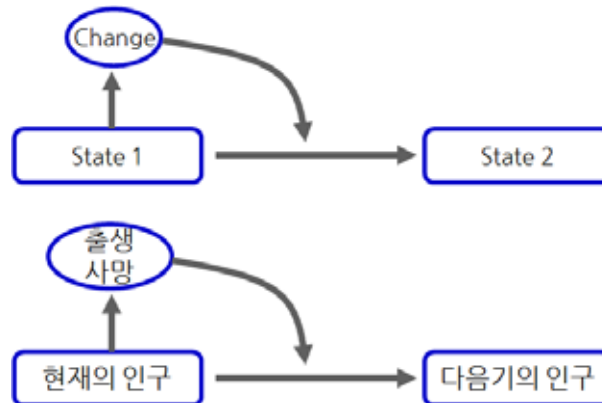
- 단방향적 영향관계가 아니라 변수 간 상호의존적인 시스템을 구현
 - 어떤 변수의 변화에 영향을 미치는 원인을 찾아나가는 방식이 아니라 요인들 사이의 상호작용을 파악하는 방식
 - 연쇄적인 인과관계를 추적함으로써 특정 사안과 다양한 영향변수의 상호작용을 나타내는 인과관계의 피드백 루프를 추출

계량적 접근과 시스템 다이내믹스 접근의 비교



- 변수들 중 상태 변수와 변화량 변수를 구분하고 이들 사이의 상호작용을 정형화함으로써 모형을 구성
 - 현 상태에서 변화가 발생하고 이 변화가 다시 상태에 추가되는 과정이 반복됨으로써 시스템 전체가 변화
- 현 상태에서 다음 상태가 어떻게 결정되는지 정한 규칙들의 집합이 모형이며, 시뮬레이션은 모형이 정한 규칙에 따라 상태의 변화가 반복해서 일어나도록 컴퓨터에서 실행하는 것

상태와 변화량의 상호작용 및 인구의 변화 과정



일반적으로 4단계 프로세스로 진행⁵³⁾

- 인과관계를 종합한 다이어그램과 변수들의 상태와 변화량을 표시한 다이어그램을 구축하고, 과거 데이터를 적용하여 현실적인 계수값을 도출
 - (1단계: 인과관계의 구조화) 관심 변수를 선정하고 이에 영향을 미치는 요인들을 추출하여 그들 사이의 영향관계를 연결함으로써 인과루프 다이어그램(CLD: Causal Loop Diagram)을 작성
 - 요인들을 무작정 확장하기보다는 영향관계가 순환루프를 형성하는 것을 중심으로 요인을 추출하여 연결
 - (2단계: 시뮬레이션 모형의 구축) 요인들 중 저장(상태 변수)⁵⁴⁾과 유량(변화량 변수)⁵⁵⁾을 구분하여 저장유량 다이어그램(Stock Flow Diagram; SFD)을 만들고, 변수 간 관계식을 입력함으로써 정량적 모형을 작성
 - 저장유량 다이어그램을 만들고 관계식을 입력하는 과정에서 시스템이 보다 구체화되면서 변수의 수가 5배 정도 증가
 - (3단계: 모형의 검증과 행태 분석) 모형의 행태가 의도했던 것이나 실제와 일치하는지 모형의 부분별 또는 전체 시뮬레이션을 통해 검증

53) Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin McGraw-Hill.

54) 저장(stock)은 설비량, 재고량, 보급대수 등과 같이 특정 시점에 쌓여 있는 값으로 상태를 나타내는 변수

55) 유량(flow)은 투자량, 생산량, 구입량 등과 같이 일정 기간 동안 발생한 값으로 변화를 나타내는 변수. 유량은 저장의 증가 혹은 감소를 유발

- 모형 행태와 실제 데이터의 비교, 추정 파라미터의 현실성 검증, 극단적 상황에서의 행태 분석 등을 수행
- (4단계: 시나리오별 예측 및 전략 평가) 불확실한 환경과 이해관계자의 전략 방향에 따라 시나리오를 구성하고 시나리오별 결과를 시뮬레이션
- 불확실 요인과 전략 변화 내용을 변수화하여 그 값을 변화시켜가면서 시뮬레이션을 수행

항공기 수요 예측이 대표적인 사례⁵⁶⁾

- 여객-항공사-항공기제작사 사이의 상호작용을 시스템 다이내믹스 모형으로 구축하여 항공기 수요의 부침현상을 설명하고, 변곡점을 상당히 정확하게 예측
- 항공기 수요량에 매우 심한 부침 현상이 존재
- 최저점과 최고점이 언제일지 예측하는 것이 항공기 제작설비에 대한 투자 여부와 투자 시기의 결정에 매우 중요

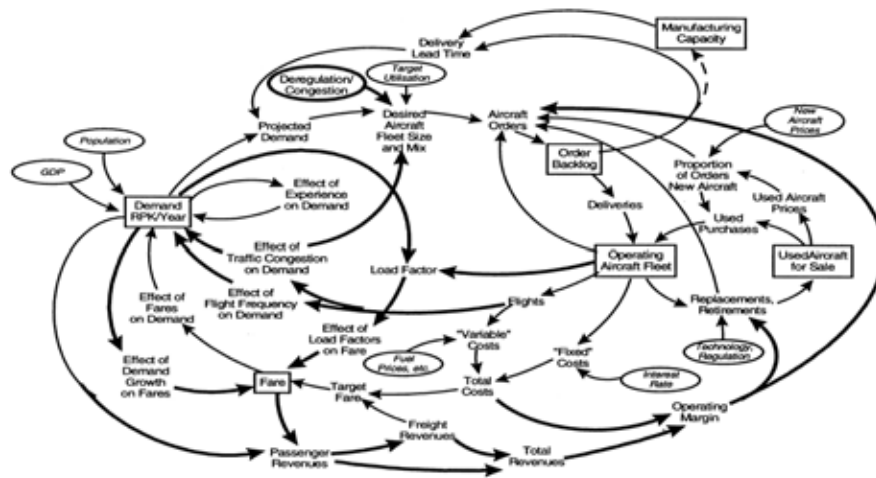
상용 제트 항공기에 대한 수요량 추이



56) Lyneis, J. M. (2000). System dynamics for market forecasting and structural analysis. *System Dynamics Review*, 16(1), 3-25.

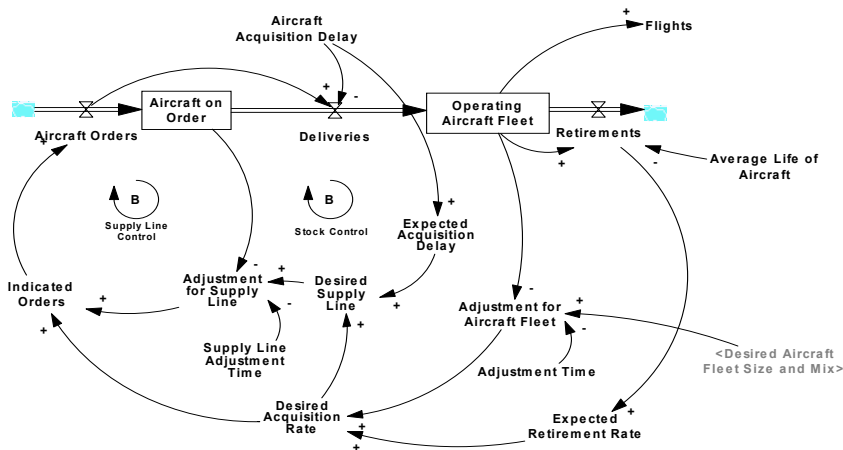
- 항공기 수요에 직접, 간접으로 영향을 미치는 요인들을 추출하고 이들 사이의 인과관계를 인과루프 다이어그램으로 표현
- ‘여행 수요→항공기 회전율→항공 요금→항공사 수익→항공기 주문→운항 항공기 대수→항공기 회전율’ / ‘신규 항공기 출하 증가→중고항공기 증가→항공기 수요 위축→중고가격 인하→신규 항공기 수요 감소’ 등

항공기 수요를 둘러싼 요인들의 인과루프 다이어그램



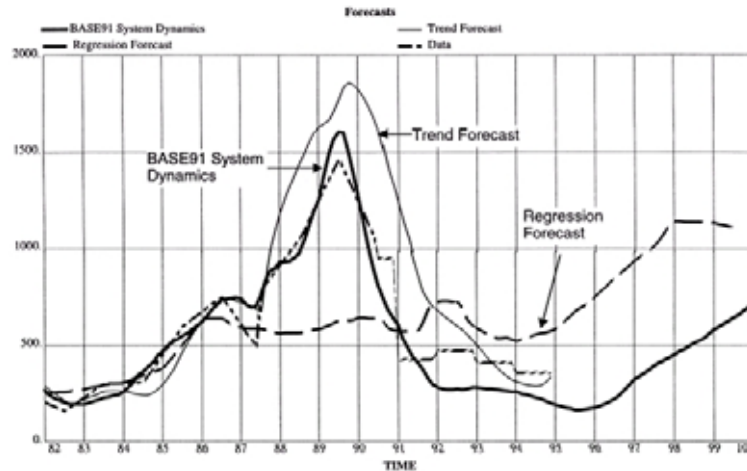
- 저장유량 다이어그램을 작성하고, 데이터 분석과 전문가 인터뷰 등을 통해 변수들 간의 관계식을 추정하여 입력
- 항공기 주문잔고, 운항 항공기 대수, 항공기 제조 능력 등이 주요 저장

항공기 수요 관련 저장유량 다이어그램(일부)



- 모형의 시뮬레이션을 통해 항공기 수요의 추세적 변화뿐만 아니라 주기적 정점과 하락 시점을 비교적 정확히 예측
- 불필요한 생산능력 증설을 피함으로써 바람직한 투자 의사 결정을 지원

시스템 다이내믹스 모형에 의한 항공기 수요 예측 결과



주: 짧은 점선: 실적 데이터

굵은 실선: '91년 시점에서의 SD 예측 결과

산업 내부의 상호작용이 중요한 경우에 적합

□ 시스템 다이내믹스 모델링은 수요가 산업 내적인 요인에 의해 주로 영향을 받는 경우에 적합

- 외생변수의 영향이 큰 경우에는 시스템 다이내믹스 접근 방법이 부적합
 - 일회성 소비재나 기초 원료 등은 산업의 내부 구조보다는 거시경제 상황의 변화에 크게 영향을 받음
 - 시스템 다이내믹스는 인과의 피드백 루프에 의해 동태적 변화를 설명하기 때문에 외생변수의 영향은 통계적 추정 방식을 차용
 - 외생변수의 영향이 커지면 결국 계량적 방법과 차이가 없어짐
- 시스템 다이내믹스가 장점을 지닌 경우는 예측하고자 하는 수요에 소위 '부메랑 효과'가 존재하는 경우
 - 산업 내의 어떤 요인이 수요에 영향을 주고, 수요가 인과의 연쇄를 통해

- 다시 그 요인에 영향을 미치는 경우에 ‘부메랑 효과’가 발생
- 예를 들어, 수요가 생산에 영향을 주고 생산이 가격이나 누적 보급대수에 영향을 주어 다시 수요에 영향을 주는 경우
- 시스템 다이내믹스 모델링을 통해 다양한 산업의 동태적 변화를 산업의 구조에 기반하여 이해하는 것이 가능
- 모형이 산업의 현실적 구조를 포착하고 있기 때문에 새로운 데이터나 정보를 모형의 예측과 비교할 수 있으며, 중요한 불일치가 나타났을 때 그러한 불일치의 원인을 찾아내는 것이 용이
- 관련된 많은 요인들 사이의 상호작용 메커니즘을 파악하여 컴퓨터 프로그래밍 작업을 해야 하기 때문에 상대적으로 많은 시간과 노력이 필요
- 수많은 인과관계를 직접 모델링해야 하기 때문에 시스템 다이내믹스 모델링 경험을 갖춘 전문가와 해당 분야에 대해 구체적인 지식을 가진 전문가의 협업이 필수
- 현업 전문가가 가진 지식을 끌어내고 모델의 구조와 행태를 현업 전문가에게 이해시키는 상호 의사소통 과정이 필요

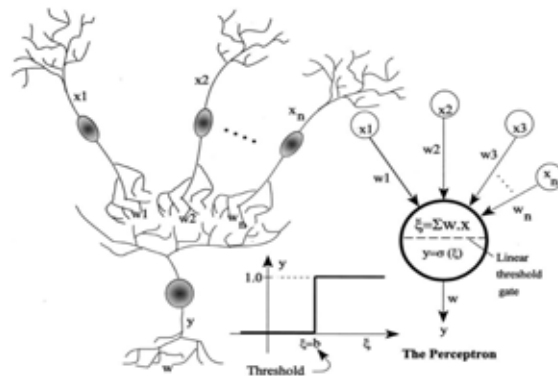
3) 인공신경망(Neural Network)

생물학적 신경망의 학습 방법을 모방해 예측

□ 인공신경망은 생물학적 신경망을 모방한 예측 시스템

- 생물학적 신경망은 뉴런(neuron) 집합과 이러한 뉴런들을 연결하는 시냅스(synapse)로 구성되어 있는데, 뉴런은 학습기능이 있고 두 뉴런 사이의 시냅스는 학습된 내용에 따라 변화되는 성질을 지님
- 이를 흉내낸 인공신경망은 뉴런을 노드(node), 시냅스를 아크(arc), 시냅스의 연결강도를 아크 가중치로 표현한 후, 뉴런의 학습기능을 수리적인 모형으로 구성

생물학적 신경망과 인공신경망



□ 생물학적 신경망이 경험으로부터 학습되는 것처럼 인공신경망도 과거 데이터를 가지고 학습한 후 새로운 데이터에 대해 예측

- 생물학적 신경망에서 학습이란, 경험이 반복되면 관련 뉴런들의 학습기능이 활성화되도록 그것들을 연결하는 시냅스의 강도가 강해지고 그렇지 않으면 약해지는 현상, 즉 시냅스의 연결강도가 변화함을 의미⁵⁷⁾
- 인공신경망에서도 과거에 유사한 유형의 데이터가 많으면 관련 노드들을 연결하는 아크의 가중치가 증가하고, 반대의 경우 감소하는 형태로 학습

57) Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley & Sons.

- 입력값과 출력값으로 구성된 과거 데이터가 주어지면, 초기에 임의의 아크 가중치로부터 출력값을 계산한 후 실제 출력값과 비교하여 오차를 최소화하는 방향으로 가중치를 조정

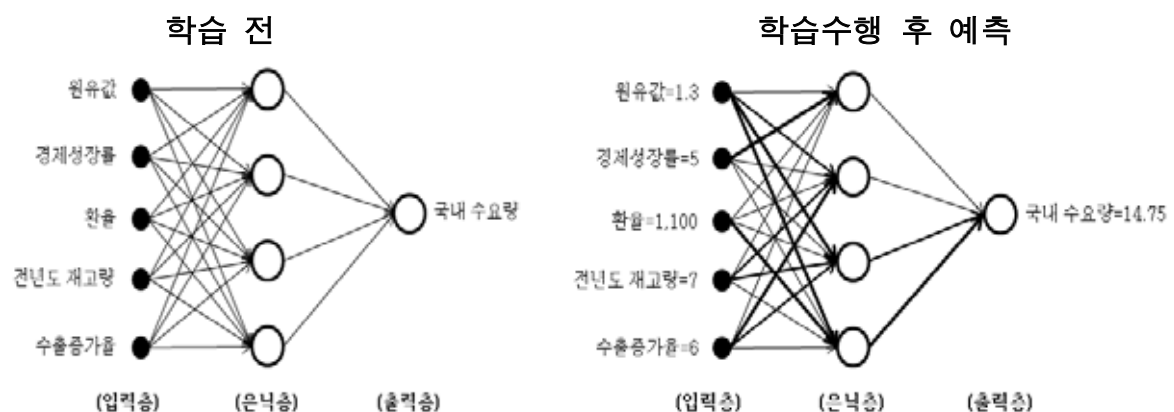
인공신경망 예시

- ▷ 석유화학공업에서 대표적인 원료인 에틸렌(C_2H_4)의 국내 수요변동을 예측할 때 인공신경망 활용이 가능
- 주요 입력변수인 원유값, 경제성장률, 환율, 전년도 재고량, 수출증가율이 주어졌을 때 최근 3년간의 데이터를 바탕으로 2005년도 국내 수요량을 예측

에틸렌 수요 및 주요 변수값 추이

연도	원유값 (\$/barrel)	경제 성장률(%)	환율 (won/\$)	전년도 재고량 (kilo-ton)	수출증가율 (%)	국내 수요량 (kilo-ton)
2002	1	5	1,400	3	2	14
2003	1.2	4	1,300	5	3	12
2004	1.4	4	1,200	6	5	16
2005	1.3	5	1,100	7	6	(예측)

- 인공신경망을 구성하고 최근 3년간의 데이터로 인공신경망을 학습시킨 후 2005년도 입력 변수값을 넣어 수요량을 예측
- 여기서는 은닉층(hidden layer)의 노드 수를 4개로 설정



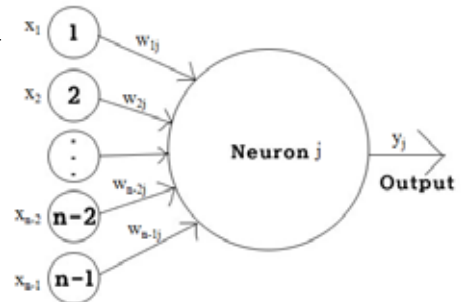
<자료: 이인범 외 (2002). 『화학공정생산관리』. 도서출판 아진.>

인공신경망의 주요 수리모형

뉴런의 학습기능 수리모형화

▷ 뉴런은 정보를 받아들여 학습하고 결과를 전송하는 기능을 수행

- 뉴런 j 는 입력되는 정보 x_i 에 가중치 w_{ij} 를 곱해 더해진 정보 $a_j = \sum_i w_{ij}x_i$ 를 받아들이고, 학습 함수 f 를 통해 결과 y_j 를 산출



$$y_j = f(a_j = \sum_i w_{ij}x_i) = \frac{1}{1 + e^{-a_j}}$$

- 학습 함수 f 는 시그모이드(Sigmoid) 함수가 주로 사용⁵⁸⁾

시그모이드 함수



인공신경망의 학습 알고리즘

▷ 인공신경망의 학습은 주로 역전파(backpropagation) 알고리즘을 사용해 아크 가중치를 조정

- 인공신경망 출력값 y_j 와 주어진 데이터 출력값 t_j 의 오차 $(t_j - y_j)$ 를 낮추는 방향으로 출력층에서 입력층까지 아크 가중치를 역순차적으로 조정

(은닉층 k , 출력층 j) 사이 아크가중치 $w_{kj}^w = w_{kj}^{old} + \beta \delta_j x_k$, $\delta_j = (t_j - x_j) f_j'$

(입력층 i , 은닉층 k) 사이 아크 가중치 $w_{ik}^w = w_{ik}^{old} + \beta \delta_k x_i$, $\delta_k = f_k' \sum_j \delta_j w_{kj}^w$

여기서 입력층 노드는 β 는 학습계수, f' 는 학습 함수 f 의 미분함수

- 오차가 임의값보다 낮아지거나 주어진 데이터에 대해 모델값과 실제값의 비교 분석(학습)이 모두 수행되었다면 알고리즘이 종료 → 모델 구축

58) 시간이 지남에 따라 학습 정도가 최고점에 가속 또는 접근하는 과정을 표현

복잡하고 많은 데이터를 분석해야 하는 예측 문제에 적합

- 인공지능망은 복잡한 인과관계 데이터를 처리하는 능력이 탁월하지만 많은 데이터를 필요로 하며 결과에 대한 해석이 어렵다는 것이 단점
 - 어떤 데이터가 주어지더라도 데이터의 입출력 관계에 대해 보편적 근사(approximation)를 제공한다는 것이 수학적으로 증명⁵⁹⁾되어 있기 때문에 복잡한 비선형 문제에 효과적
 - 특히, 비선형성(돌출적인 변곡점)이 빈번하게 나타나는 단기 예측에서 다른 방법론보다 우수하다는 평가
 - 반면에 예측 결과만 제공할 뿐 어떤 변수가 중요한지, 어떻게 변수들이 상호 작용해서 결과가 나왔는지에 대한 설명력이 부족

단기 예측에 강한 인공지능망

- ▷ 벤치마킹 데이터 'M-Competition'를 가지고 예측방법론의 성능을 비교한 결과, 월 또는 분기별 단기 수요 예측에서 인공지능망의 오차율이 가장 낮음

인공지능망과 다른 예측방법론의 성능 비교 (평균 예측 오차율)

구분	연(年) 단위 예측	분기 단위 예측	월(月) 단위 예측
인공지능망 (Neural network)	14.2%	15.3%	13.6%
지수평활법 (Deseasonalied exponential smoothing)	15.9%	18.7%	15.2%
박스-젠킨스 (Box-Jenkins)	15.7%	20.6%	16.4%
판단법 (Jugement)	12.5%	20.5%	16.3%
결합법 (Combined method)	12.6%	21.2%	16.7%

주: 평균 예측오차율 (Mean Absolute Percentage Error): 오차 절대값의 평균을 백분율로 표시

<자료: Hill, T., O'Connor, M. & Remus, W. (1996). Neural network models for time series forecasts. *Management Science*, 42, 1082 - 1092.>

- 데이터가 많고 수요변동 패턴이 복잡해 인과관계를 찾기 어렵거나 모형에 대한 설명보다 예측의 정확성이 중요한 문제에 효과적
 - 전기, 가솔린 등 에너지 수요 예측, 유통점 제품 판매량 예측, 항만물동량 예측, 홍수위 예측, 항공탑승객 수요 예측 등이 대표적인 사례

59) Armstrong, J. S. (2001). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.

5분 간격 전력수요 예측이 대표적 사례60)

□ AEMO(Australian Energy Market Operator)⁶¹⁾는 4개 주요 지역(New South Wales, Victoria, Queensland, South Australia)의 5분 단위 전력수요 예측에 인공신경망을 활용해 성공적인 결과를 도출

- 과거 5분 단위의 전력 사용 데이터로부터 5분 뒤의 전력수요를 예측

전력수요 예측 예시

1998년	0:00	0:05	0:10	0:15	0:20	0:25
6월 1일	6010	5990	6000	5970	5960	5880
6월 8일	6250	6280	6180	6210	6160	(예측)

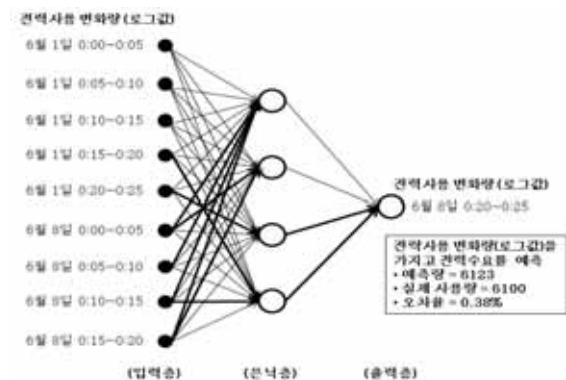
- 예측 시각 바로 직전 4번의 5분 단위 사용 변화량과 일주일 전 같은 시간대의 사용 변화량의 로그값이 밀접한 관련이 있다는 사전 지식을 토대로⁶²⁾ 이들 데이터를 입력변수로 하는 인공신경망을 구성

전력수요 예측을 위한 입력변수

1998년	0:00~0:05	0:05~0:10	0:10~0:15	0:15~0:20	0:20~0:25
6월 1일	$\log(6010/5990)$	$\log(5990/6000)$	$\log(6000/5970)$	$\log(5970/5960)$	$\log(5960/5880)$
6월 8일	$\log(6250/6280)$	$\log(6280/6180)$	$\log(6180/6210)$	$\log(6210/6160)$	$\log(6160/\text{예측값})$

- 1997년 5월부터 1998년 5월까지 5분 전력 사용량을 가지고 인공지능망을 학습시킨 후 1998년 6월 데이터로 모델의 정확도를 평가한 결과, 지역별 평균 예측 오차율은 모두 0.6% 미만으로 매우 낮음

- New South Wales: 0.52%,
Victoria: 0.58%,
Queensland: 0.57%,
South Australia: 0.58%



60) De Mare Consultants (2010). Five Minute Electricity Demand Forecasting, Neural Network Model Documentation (140-0031). AEMO.

61) AEMO는 지역별로 독립 운영하는 전력 사업자들의 관리자로, 전력시장 운영규칙 등을 제시

62) 호주 뉴사우스웨일스 주의 전력회사 트랜스그리드(TransGrid)가 수행한 5분, 30분, 1시간 단위 전력 수요 예측 연구에 기반

미래 고객을 발굴하는 마케팅 문제에도 활용

- 마케팅에서는 고객의 구매 사유를 아는 것보다 미래 고객이 누구이고, 향후 무엇을 구매할 것인지를 아는 것이 중요하므로 인공지능망이 좋은 대안
- 유사고객 분류, 잠재고객 발굴, 장바구니 분석, 이탈고객 관리 등 마케팅 문제에 적용 가능

인공지능망을 적용한 마케팅 사례

문제 유형	문제 설명	인공지능망 사례
유사고객 분류	고객을 인구통계학적 특징, 사회경제적 지위, 지리적 위치, 구매 패턴 등에 따라 분류	자주 구매하는 고객, 가끔 구매하는 고객, 거의 구매하지 않는 고객으로 분류하고 새로운 고객 데이터가 주어졌을 때 유형을 판별 ⁶³⁾
잠재고객 발굴	제품에 대해 비슷한 구매 패턴을 보이는 고객을 탐색	기존 고객과 유사 구매 패턴을 보이는 고객을 선정해 제품 카탈로그를 우편으로 발송함으로써 구매율이 향상 ⁶⁴⁾
장바구니 분석	빈번히 함께 판매되는 상품들을 발굴	함께 전시하면 판매율이 증가하는 강한 판매연관성이 있는 제품을 찾을 때, 판매연관성에 시간차가 존재하는 경우에도 적용 ⁶⁵⁾
이탈고객 관리	고객 행동을 모니터링하면서 언제 경쟁업체로 이동할 것인지 파악하고 선제적으로 대응	Neural Technologies Inc.(英)의 'DA Churn Manager'는 인공지능망 기반 고객관리 프로그램으로 경쟁사 간 고객 이동이 많은 통신서비스업에 적용, 언제 어떤 고객이 이탈하는지 예측하고 사전 프로모션 전략을 제시

- 2000년대 이후 급속하게 보급된 인터넷과 전자상거래로 소비자와 구매에 관련된 많은 양의 데이터가 자동으로 컴퓨터에 쌓이면서 인공지능망이 더욱 각광
- 유명한 인터넷 DVD 대여서비스 업체 넷플릭스(Netflix)는 고객이 과거 대여한 영화, 대여 고객이 매긴 평점, 고객이 검색한 영화 장르 등을 기반으로 현재 시점에 가장 선호할 만한 영화를 추천할 때 인공지능망을 사용

63) Venugopal, V. & Baets, W. (1994). Neural networks and their applications in marketing management. *Journal of Systems Management*, September, 16-21.

64) Bounds, D. & Ross, D. (1997). Forecasting customer response with neural networks. *Handbook of Neural Computation*, G6.2, 1-7.

65) Reutterer, T. & Natter, M. (2000). Segmentation based competitive analysis with MULTICLUS and topology representing networks. *Computers and Operations Research*, 27(11-12), 1227-1247.

III. 활용방안 및 시사점

해당 제품과 시장에 대한 포괄적 이해가 우선

- 제품의 속성, 소비자, 경쟁제품, 규제, 유통, 관련 정책 등의 수요와 관련된 제반 환경을 포괄적으로 이해하는 것이 중요
 - 소비자들이 자사 제품 또는 서비스를 구입하는 이유가 무엇인지를 파악하고 자사와의 경쟁 관계를 규명
 - 나이키(Nike)의 경쟁 상대는 닌텐도(Nintendo)라는 관점과 같이 여러 범주의 트렌드를 포괄적으로 이해하고 시장을 전망
 - 시장 수요에 영향을 미치는 공공정책, 관련 규제 등 거시적 환경에 대한 연구도 병행
 - 풍력, 태양광 등 신재생에너지나 하이브리드 자동차 등은 탄소 배출 규제나 정부의 지원 및 보조금 정책이 수요 형성에 중요한 역할
- 서로 다른 업무 영역을 가진 관련 전문가들과 폭넓은 협력체계(Cross Functional Team)를 구축하고 다양한 관점에서 정보를 확보
 - 기업 내외부 전문가들과 함께 시장 환경을 모니터링하고 수요의 변화 방향을 정기적으로 논의할 수 있는 여건을 조성
 - 특정 이해당사자에게 편중된 정보는 자칫 수요 예측에 편이(bias)를 발생시킬 수 있음

수요 예측 프로세스의 독립성과 중립성을 확보

- 수요 예측의 결과는 기업 내 많은 부서와 팀의 업무내용 및 성과평가에 영향을 주기 때문에 독립성 유지가 어려움

- 수요 예측 결과는 기업의 중장기 전략 목표 설정에 활용되고, 각 사업부와 팀 평가에 사용되는 KPI(Key Performance Index)를 설정할 때도 고려하는 주요 자료
 - 실제로 많은 조직에서 여러 이해관계자들이 예측 프로세스에 영향력을 행사하는 경우가 빈번
 - “예측의 정치적 독립성을 확보하기 위해, 예측 그룹과 기획 그룹을 분리하라. 이러한 기능을 분리해야만 기획 그룹이 제안하는 여러 대안들에 대해 예측그룹이 예측을 수행할 수 있다. 이것은 실용적이고 중요한 원칙이다. 하지만 현실에서는 자주 지켜지지 않는다.”(와튼스쿨의 J. Soctt. Armstrong)
- 독립적인 수요 예측 프로세스를 확보하는 것이 예측의 정확성을 높이는 것만큼 중요한 이슈
- 조직 내 이해관계자들의 정치적 영향으로 인해 예측 결과가 왜곡되지 않도록 예측 프로세스의 독립성과 중립성 확보 방안을 마련할 필요
 - 프로세스의 독립성과 중립성 결여는 예측 결과의 정확성을 떨어뜨리며 유·무형의 막대한 비용을 초래

지속적인 모니터링과 업데이트 체계를 마련

- 수요 예측에도 유효기간이 있으므로 주기적으로 업데이트할 필요
- 수요 예측은 예측하는 시점까지 알려진 사실과 정보로부터 통계적 기법과 합리적 추론을 통해 미래를 전망
 - 시장에서는 미처 예상치 못했던 새로운 현상이 발생하고 있으므로, 이들 정보를 토대로 주기적으로 예측 모델과 전망치에 대한 업데이트 필요
 - 예측 모델을 구축할 때부터 주기적으로 업데이트되는 데이터 소스를 이용하는 것이 유리

- 시장 상황에 대한 수시 모니터링과 주기적 업데이트를 통해 수요 예측의 정확성을 제고
 - 시장에 영향력이 큰 결정적 변수나 중요한 전제의 유효성에 대해서는 수시로 모니터링
 - 주기적으로 업데이트를 실시하는 것이 중요하며, 이때 이전 전망과 실적 간의 차이를 비교·분석하여 전망의 주요 변수나 체계를 보완
 - 최근의 실적을 분석하여 추세 변화가 있는지를 점검하고 필요시 예측 모델을 조정

분석 목적 및 활용 가능 자원에 따라 방법론을 선택·보완할 필요

- 수요분석의 목적은 미래 예측, 시뮬레이션 등 다양하므로 이를 고려하여 최종 분석방법을 선택
 - 분석 초기에 목적을 명확히 하지 않을 경우, 최종 결과물이 초기 의도와 다르게 나타날 수 있음
 - 예측에 적합한 모형이 있고, 외부 충격이나 환경 변화에 대한 영향을 시뮬레이션하기에 적합한 모형이 있으므로 관심사항에 따라 선택
 - 최종 예측을 위해 변수 간 민감도 혹은 특정 변수의 예측치 등이 필요한 경우는 다수 방법론을 혼용하여 모형 구상
- 분석대상에 따라 확보 가능한 자료에 한계가 있고, 수집 방법에도 차이
 - 과거 및 관련 데이터가 풍부한 경우에는 데이터 분석을 통해 예측에 대한 객관적인 근거를 마련하는 것이 가능
 - 신제품 수요 예측 시에는 과거 자료가 풍부하지 않으므로 전통적인 예측 방법론을 사용하는 데 한계

- 상황에 따라서는 복잡한 분석보다 직접적인 질문으로 전문가의 지식을 활용하는 것도 가능

목적·환경 조건별 수요 예측 기법

	전문가 활용	선호도 분석	데이터 분석
기존 제품 수요 예측	델파이, Judgmental Bootstrapping	컨조인트 분석, 인덱스 분석, 정보 예측 시장	회귀분석, 시계열 분석, 시스템 다이내믹스, 인공신경망
신제품 수요 예측	델파이	컨조인트 분석, 정보 예측 시장	확산모형
시뮬레이션	Judgmental Bootstrapping	컨조인트 분석	회귀분석, ECM, VECM, 시스템 다이내믹스

참고문헌

<동양문헌>

- 김상호 (2007). “경찰의 인력수요 예측 - ARIMA 모형을 이용한-.” 『한국행정논집』, 19(4), 1075-1096.
- 김태구, 송두석 (2006). “ARIMA 모형을 적용한 외국인 이용객 호텔객실 수요 예측모형 선정: 서울 특1급 호텔을 중심으로.” 『호텔경영학연구』, 15(5), 97-118.
- 김현철 (2010). “양극화 경제성장이 승용차 수요에 미치는 영향.” 『한국통계학회논문집』, 17(6), 767-777.
- 김홍민, 정병희 (2008). “VECM 모형을 이용한 국내 희유금속의 수요 예측모형.” 『품질경영학회지』, 36(4), 93-101.
- 박해모 (2006). “한·양약 복용이 간기능에 미치는 영향과 정상범위를 초과하는 대상자의 일반적 특성에 관한 연구.” 상지대 대학원 박사학위논문.
- 부기덕, 정기호 (2011). “벡터오차수정모형을 이용한 유럽 탄소배출권가격 분석.” 『한국데이터정보과학회지』, 22(3), 401-412.
- 설민신 외 (2011). “시계열 분석을 이용한 한국 프로야구 관중 예측연구 (2011-2015).” 『한국사회체육학회지』, 45(1), 375-387.
- 손용정 (2011). “IT 제품의 수출 예측과 경쟁력 강화방안.” 『e-비즈니스연구』, 12(1), 399-417.
- 송영화, 한현수 (2005). “혁신 채택 및 확산이론의 통신방송융합(위성DMB) 서비스 수요추정 응용.” 『경영과학』, 22(1), 179-197.
- 이근영 (2010). “국제금융시장 충격이 국내금융시장 변동성에 미치는 영향.” 『금융연구』, 24(4), 49-85.
- 이인범 외 (2002). 『화학공정생산관리』. 도서출판 아진.
- 임은순 (2007). “레스토랑 매출액 예측: 지수평활법과 ARIMA 모형을 중심으로.” 『호텔경영학연구』, 16(2), 139-154.
- 최재일, 정용락 (2010). “시계열 분석에 의한 한국 프로축구 관중수 예측 (2009-2015).” 『한국사회체육학회지』, 39(2), 921-928.
- 최차순 (2010). “부동산정책이 부동산시장에 미치는 영향에 관한 연구.” 『대한부동산학회지』, 28(2), 69-91.

<서양문헌>

- Abramowitz, A. I. (1996). Bill and Al's excellent adventure: Forecasting the 1996 presidential election. *American Politics Research*, 24(4), 434-442.
- Anderson, J. C., Jain, D. C. & Chintagunta, P. (1993). Customer Value Assessment in Business Markets. *Journal of Business-to-Business Marketing*, 1, 4 - 26.
- Andeweg R. B. & Van Den Berg, S. B. (2003). Linking birth order to political leadership: The impact of parents or sibling interaction? *Political Psychology*, 24(3), 605-623.
- Antonakis J. & Dalgas O. (2009). Predicting elections: Child's Play! *Science*, 323(5918), 1183.
- Armstrong, J. S. (2001). Judgmental Bootstrapping: Inferring Experts' Rules for Forecasting. In Armstrong, J. S. (Eds.), *Principles of Forecasting*(pp171-192.). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Armstrong, J. S. (2001). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.
- Armstrong, J. S. (2001). Standards and Practices for Forecasting. In Armstrong, J. S.(Eds.). *PRINCIPLES OF FORECASTING*(pp. 677~732). Kluwer Academic Publishers.
- Armstrong, J. S. & Graefe, A. (2011). Predicting elections from biographical information about candidates: a test of the index method. *Journal of Business Research*, 64(7), 699-706.
- Ashton, A. H. (1985). Does consensus imply accuracy in accounting studies of decision making. *The Accounting Review*, 60(2), 173-185.
- Ashton, A. H., Ashton, R. H. & Davis, M. N. (1994). White-collar robotics: Levering managerial decision making. *California Management Review*, 37, 83-109.
- Bass, F. M. (1999). Diffusion Theory in Marketing: a historical perspective. Extensive presentation of the Bass Model, its extensions and examples of applications.
- Bass, F. M. (1969). A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15(January), 215-227.

- Bounds, D. & Ross, D. (1997). Forecasting customer response with neural networks. *Handbook of Neural Computation*, G6.2, 1-7.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M. & Reinsel, G. C. (1970). Time series analysis: Forecasting and control. San Francisco: Holden-Day.
- Campbell, J. E. (1996). Polls and votes: The trial-heat presidential election forecasting model, certainty, and political campaigns. *American Politics Research*, 24(4), 408-433.
- Chen, Kay-Yut. & Plott, C. R. (1998). Information Aggregation Mechanisms: Concept, Design and Implementation for a Sales Forecasting Problem. California Institute of Technology.
- Cowgill, B., Wolfers, J. & Zitzewitz, E. (2008). Using Prediction Markets to Track Information Flows: Evidence from Google. American Economic Association 2008 Annual Meeting.
- Cuzan A. G. & Bundrick C. M. (2009). Predicting presidential elections with equally-weighted regression in Fair's equation and the fiscal model. *Political Analysis*, 17(3), 333-340.
- Dan, H. & Simon, L. S. (1983). Advertising and the Diffusion of New Products. *Marketing Science*, 2(Winter), 1-17.
- De Mare Consultants (2010). Five Minute Electricity Demand Forecasting, Neural Network Model Documentation (140-0031). AEMO.
- Dolan, R. J. (1990). Conjoint Analysis: A Manager's Guide(No. 9-590-059). Harvard Business School.
- Goodwin, P. & Wright, G. (1998). *Decision analysis for management judgment*. England: John Wiley & Sons.
- Green, P. E. & Srinivasan, V. (1978). Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook. *Journal of Consumer Research*, 5(2), 103-123.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley & Sons.
- Hill, T., O'Connor, M. & Remus, W. (1996). Neural network models for time series forecasts. *Management Science*, 42, 1082 - 1092.
- Hogarth, R. M. (1978). A note on aggregating opinions. *Organizational*

- Behavior and Human Performance*, 21(1), 40-46.
- Hora, S. C. (2004). Probability judgments for continuous quantities: linear combinations and calibration. *Management Sci.*, 50(5), 597-604.
- Huber, J. (2005). Conjoint Analysis: How We Got Here and Where We Are(An Update)(RESEARCH PAPER SERIES). Sawtooth Software.
- Kotri (2006). Analyzing customer value using conjoint analysis: The example of packaging company(Working Paper Series No.46). University of Tartu - Faculty of Economics and Business Administration.
- Lichtman, A. J. (2006). The keys to the white house: Forecast for 2008. *Foresight*, 3, 5-9.
- Lyneis, J. M. (2000). System dynamics for market forecasting and structural analysis. *System Dynamics Review*, 16(1), 3-25.
- Mahajan, V., Muller, E. & Bass, F. M. (1990). New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research. *Journal of Marketing*, 54(January), 1-26.
- Mahajan, V. & Peterson, R. A. (1978). Innovation Diffusion in a Dynamic Potential Adopter Population. *Management Science*, 24(15), 1589-1597.
- Mahajan, V. & Sharma, S. (1986). A Simple Algebraic Estimation Procedure for Innovative Diffusion Models of New Product Acceptance. *Technological Forecasting and Social Change*, 30(4), 331-345.
- Newman, J. & Taylor, A. (1994). Family training for political leadership: Birth order of United States state governors and Australian prime ministers. *Political Psychology*, 15(3), 435-442.
- Norton, J. & Bass, F. (1987). A Diffusion Theory Model of Adoption and Substitution for Successive Generations of High-Technology Products. *Management Science*, 33(9), 1069-1086.
- Page, S. E. (2007). *The Difference: How the power of diversity creates better groups, firms, schools, and societies*. New Jersey: Princeton University Press.
- Reutterer, T. & Natter, M. (2000). Segmentation based competitive analysis

- with MULTICLUS and topology representing networks. *Computers and Operations Research*, 27(11-12), 1227-1247.
- Robinson, B. & Lakhani, C. (1975). Dynamic price models for new product planning. *Management Science*, 21(June), 1113-1122.
- Servan-Schreiber, E. et al. (2004). Prediction Markets: Does Money Matter? *Electronic Markets*, 14(3), 243-251.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Irwin McGraw-Hill.
- Sultan, F., Farley, J. U. & Lehmann, D. R. (1990). A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models. *Journal of Marketing Research*, X XVII(February), 70-77.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453-458.
- Venugopal, V. & Baets, W. (1994). Neural networks and their applications in marketing management. *Journal of Systems Management*, September, 16-21.
- Wind, J. et al. (1989). Courtyard by Marriot: Designing a Hotel Facility with Consumer-Based Marketing Models. *INTERFACES*, 19(1), 25-47.
- Wittink, D. R. & Bergestuen, T. (2002). Forecasting with Conjoint Analysis. In Armstrong, J. S. (eds.), *PRINCIPLES OF FORECASTING*(pp. 145~167). Springer Science + Business Media, Inc.
- Wlezien, C. (2001). On forecasting the presidential vote. *Political Science and Politics*, 34(1), 24-31.

<기타>

Hollywood Stock Exchange 홈페이지 <www.hsx.com>

Intrade 예측시장 홈페이지 <www.intrade.com>

Lumenogic 홈페이지 <www.lumenogic.com>