

최적화 알고리즘과 투자공학

서울대학교 컴퓨터공학부
최적화 및 금융공학연구실

문 병 로

목 차

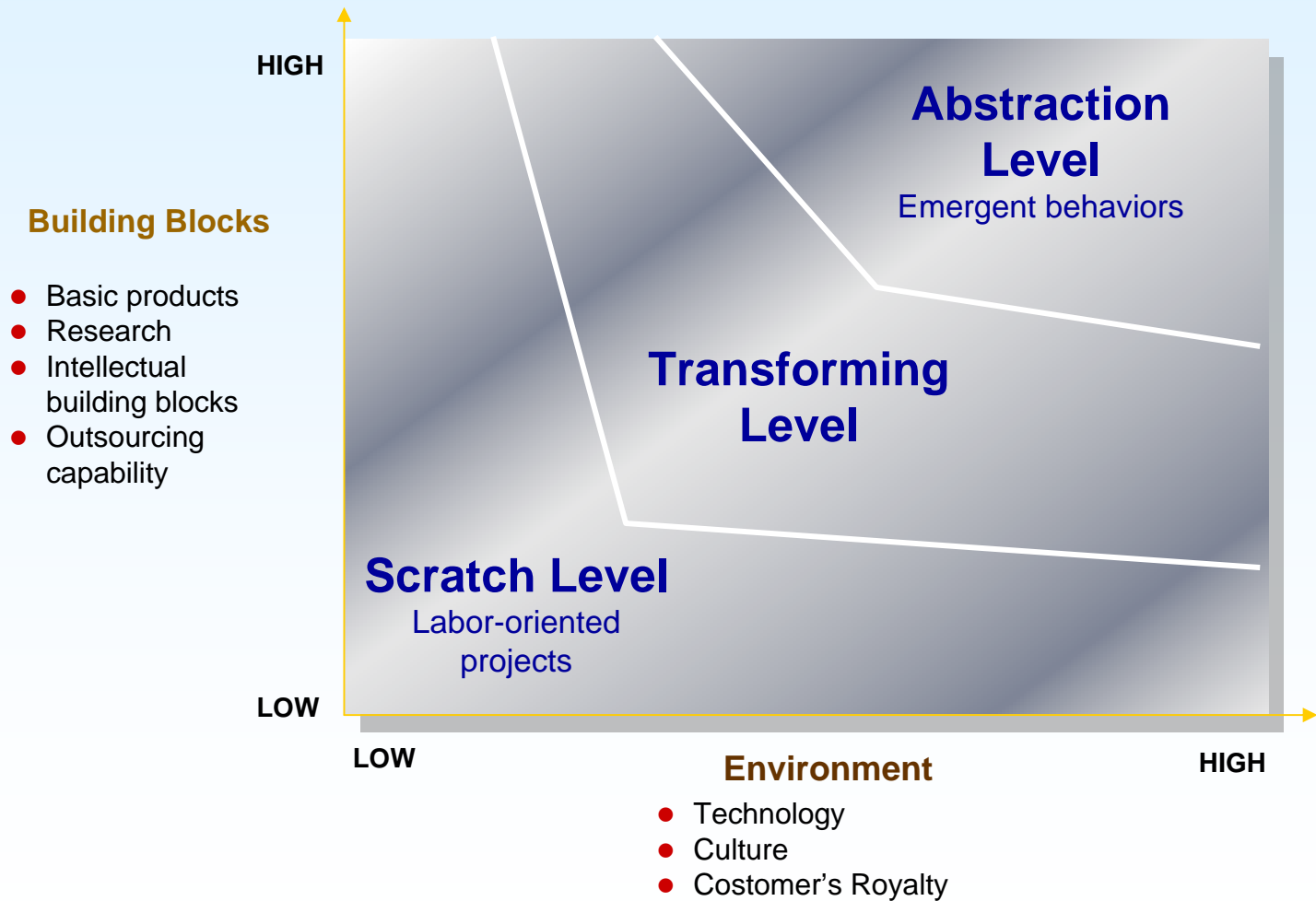
1. 도입, 문제공간
2. 최적화
3. 증권시장과 최적화
4. 결론

1. 도입

Motivations for Optimization

- **기능의 시대에서 효율성의 시대로!**
- 효율 지향 솔루션 시장의 확대
 - 금융
 - 자원 관리
 - 제조
 - CRM (고객관계관리)
 - SCM (공급망 관리)
 - 광고
 - 검색
 - ...
- 수요는 급증, 방법론은 정체
- 기법상의 심층적 변혁 필요

Company Intelligence Level



문제 공간 탐색

- Problem space

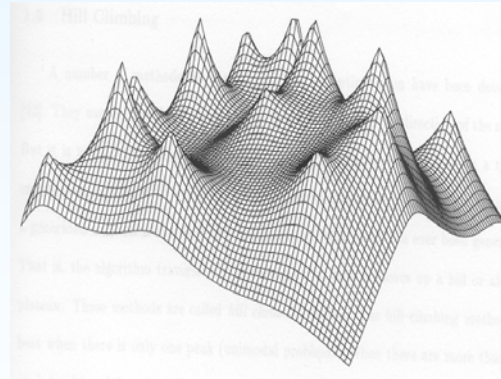
2-D



$$f(x) = \dots$$



3-D



$$f(x,y) = \dots$$



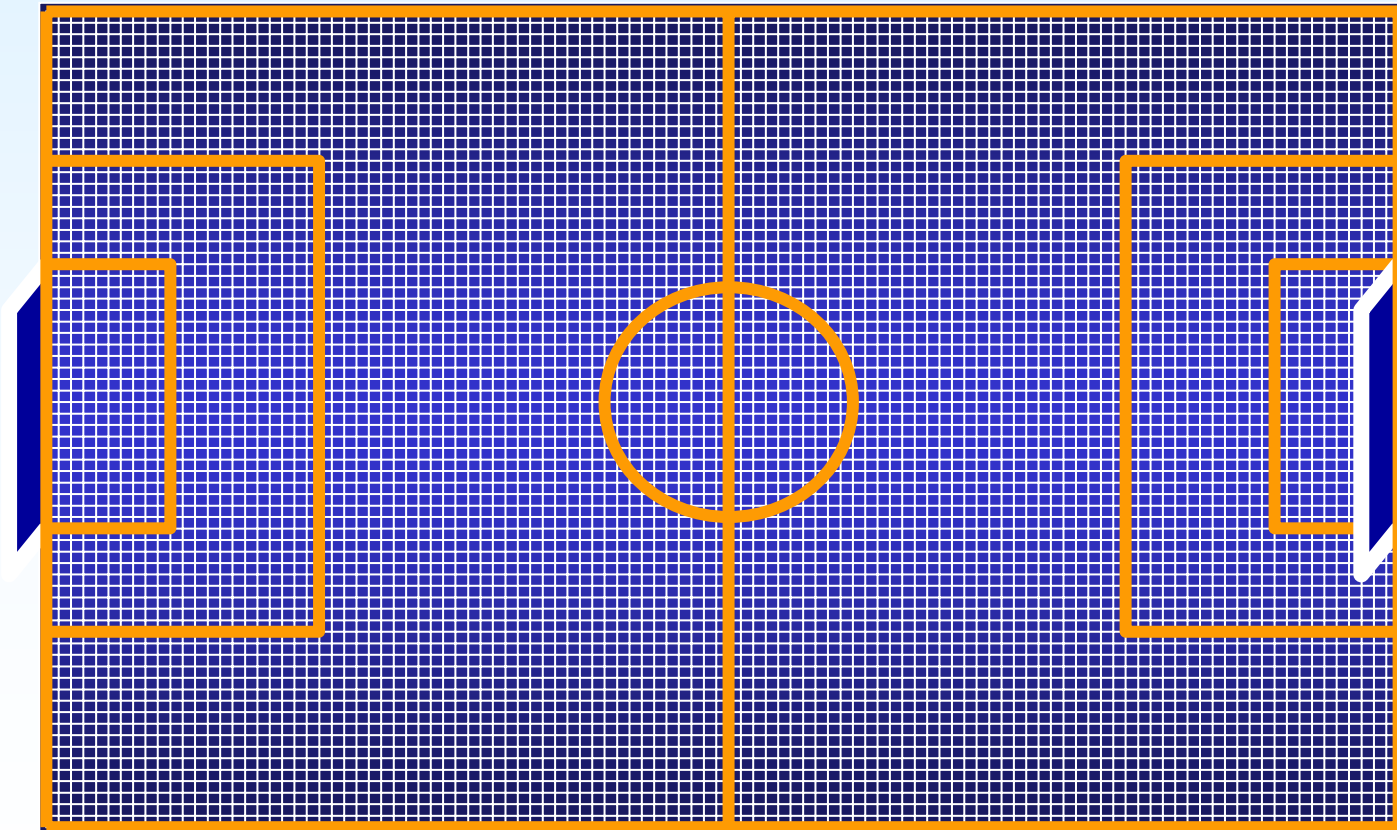
N-D

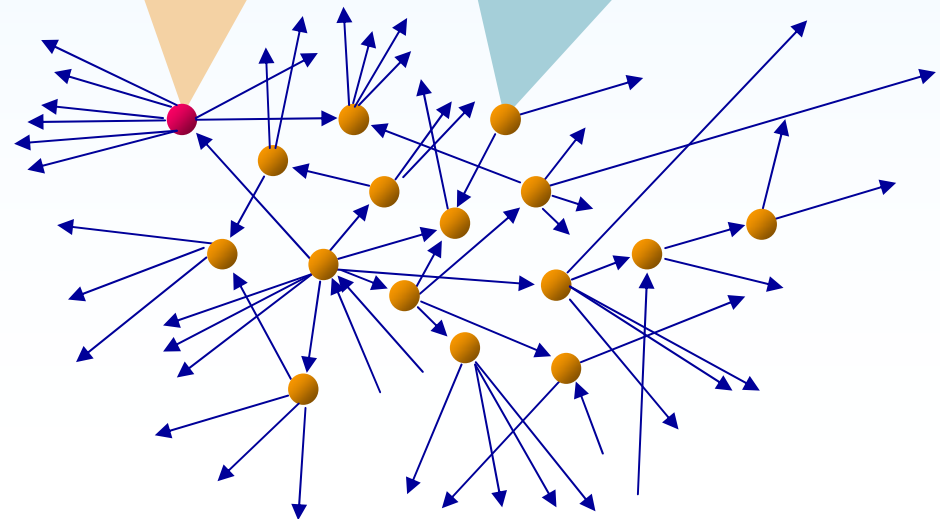
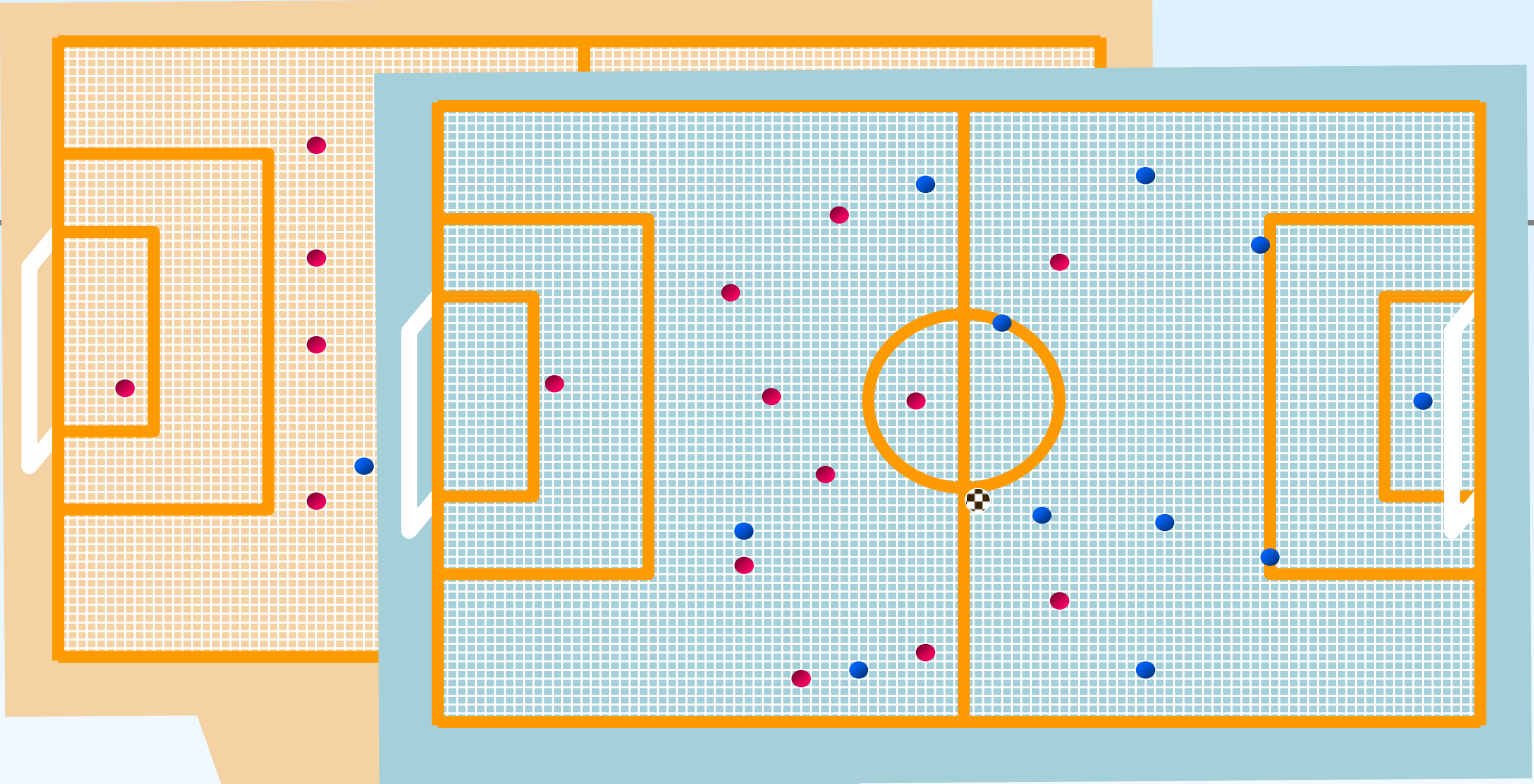
?

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{N-1}) = \dots$$

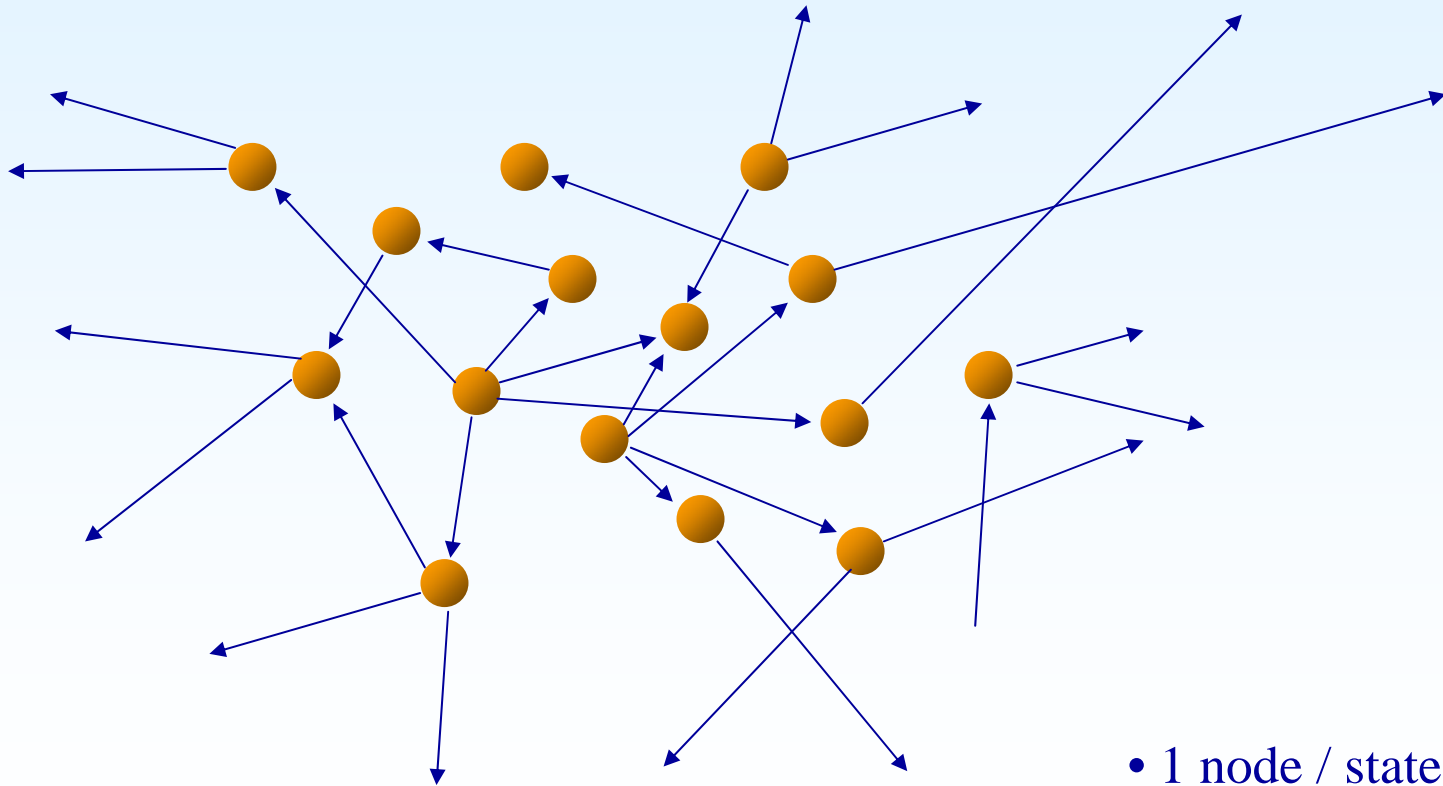
축구경기를 문제공간탐색의 관점에서 보면..

100 x 70



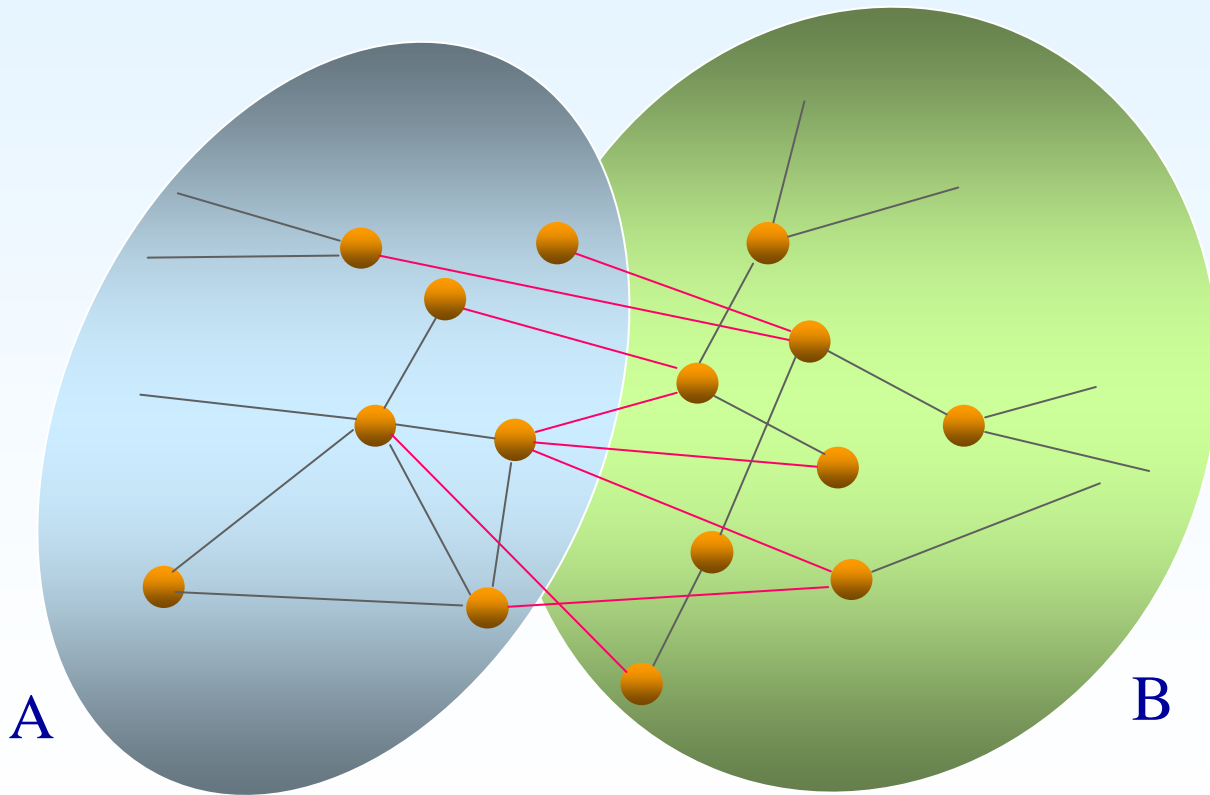


Problem State Space



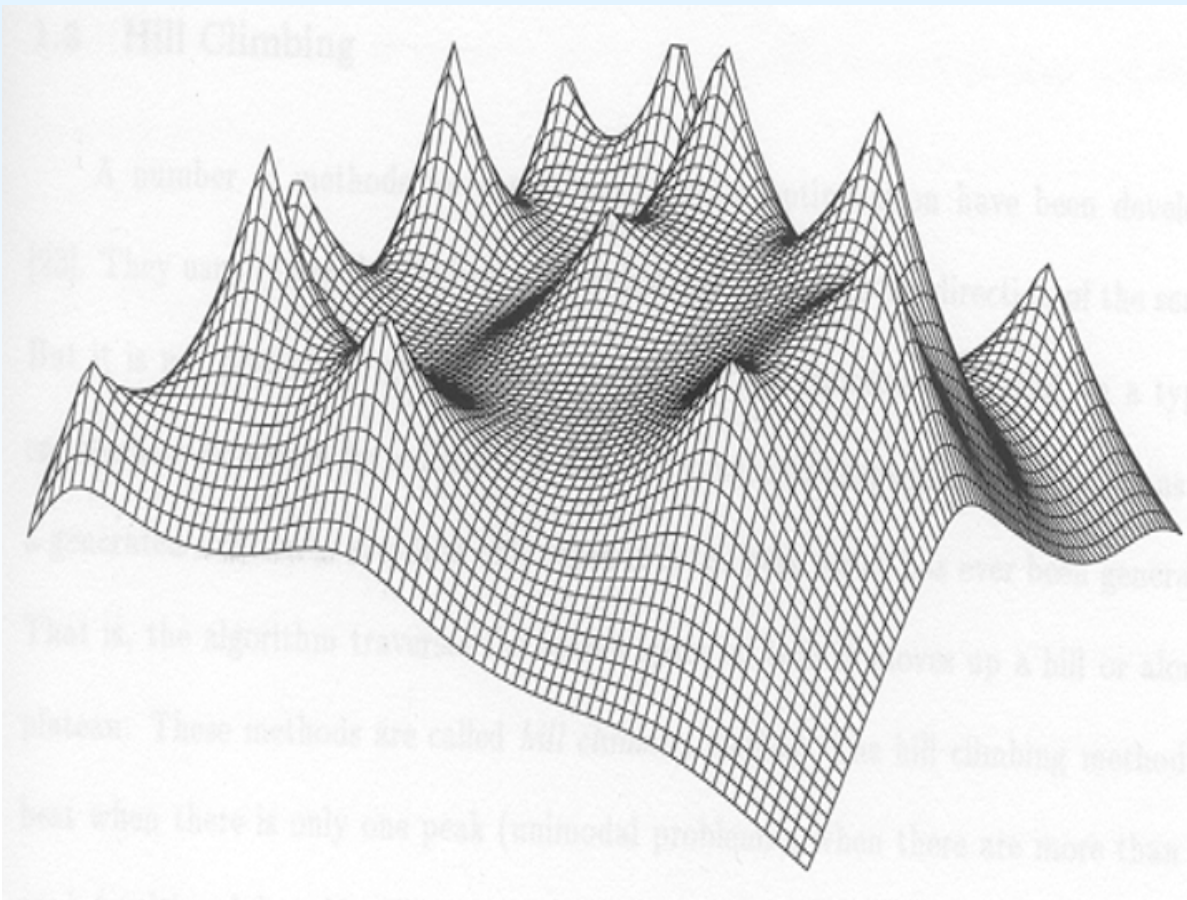
- 1 node / state
- #nodes $> (10^{12})^7$

- N 개의 개체들을 서로 관계가 최소인 K 그룹으로 나누기
- 대표적 난제



$$\text{Cost} = \frac{\text{관계정도}}{\text{균형정도}}$$

문제공간 크기는 2^{N-1}



- 각 격자점 하나는
하나씩의 솔루션
- 최적화
 - 문제공간에서 가장 높은
봉우리를 찾는 것
- 대부분 문제공간은 **N**차원이다.

- 앞의 고객 clustering 문제
 - 2^{N-1}
- 고객의 수가 대략 250명 정도 되면 앞의 축구 문제와 비슷한 크기의 문제 공간을 가진다
 - 인터넷 사이트들의 고객수는 10만 ~ 수천만
- 모든 경우를 다 따져보려면?
 - 수조몇천 년 ...
- 효율적 알고리즘 필요

- **Attractor = 끌개**
 - 문제 공간 상에서의 지역최적점
 - 공간탐색의 목표이자 장애물



- **끌개의 예**
 - 생태계의 종: 개나리, 질경이, 치타, 가젤, ...
 - 인류사의 조직, 제도: 가족, 부족, 국가, 학교, 대통령제, ...
 - 인간의 고정 관념, 사고 체계: 시각, 습관, 편집증, ...
 - 시장에서 정착되는 제품들
 - 타게팅 엔진이 생산하는 솔루션 집합
 - 테니스의 스윙폼

- **Optimization은 가장 수준 높은 끌개를 찾는 것**
 - 저수준 끌개(**low-quality local optimum**)에 고착되어 버리지 않도록
 - 다양한 끌개에 접할 수 있도록 넓은 탐색 기능 필요

2. 최적화

문제를 푸는 것

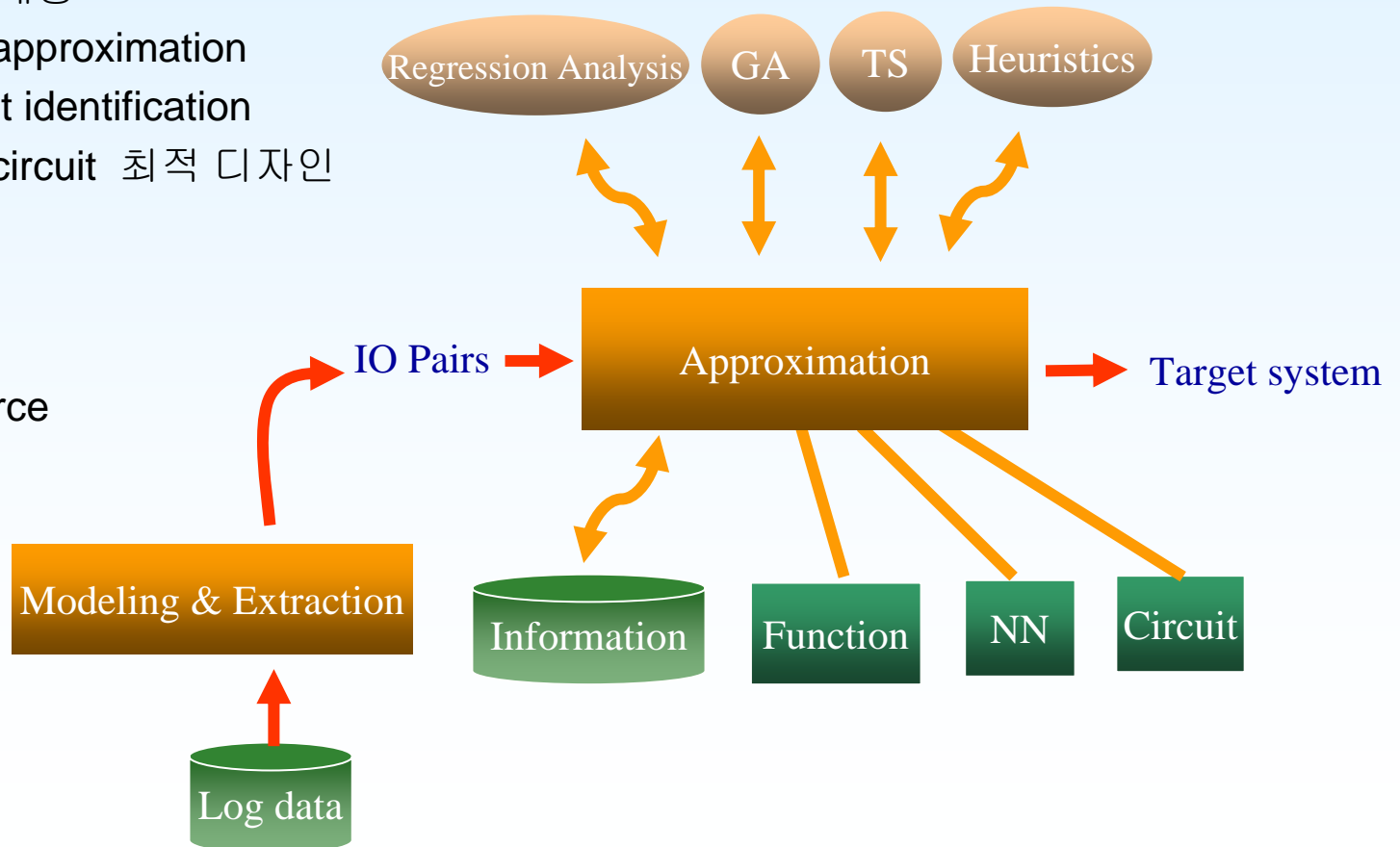
- Decision problems
 - 질문에 대해 Yes 또는 No라고 대답하면 되는 문제
- Equations
 - 조건을 만족하는 해를 찾는 것
 - 유효한 해의 수는 많지 않다 (대부분)
- Optimization
 - 유효한 해는 무수히 많다
 - 이들 중 가장 매력적인 해를 찾는 것

Types of Optimization Problems

- Function optimization
 - 주어진 함수값을 최대화/최소화하는 변수값 찾기
- System identification
 - 주어진 입력-출력 집합을 가장 잘 설명하는 시스템 찾기
 - Function approximation, Neural-network optimization, 투자전략, ...
- Combinatorial optimization
 - 이산적 해들의 집합에서 가장 매력적인 해를 찾는 것
 - 그래프 분할, TSP, 차량 라우팅, VLSI 회로 배치, 벡터 양자화, 전략 최적화, ...

System Identification

- Determines a mathematical model for an unknown system by observing input-output pairs
- Applications
 - 원자력발전소
 - 1-To-1 타게팅
 - Function approximation
 - Neural-net identification
 - Decision circuit 최적 디자인
 - ...
- Areas
 - 금융
 - e-commerce
 - Search
 - ...



- Function optimization
 - 함수의 최적해 탐색, 방정식 근사, ...
- System identification
 - Mostly black-box models
 - » 신경망 디자인, 함수 근사, ...
 - » 문자 인식, 질병 예측, 사기 진단, **주가 예측**, **투자전략**, ...
 - » Decision logic, 다중 엘리베이터 최적제어, 핵연료 상관식 디자인, ...
- Combinatorial optimization
 - TSP, 차량 라우팅, 스케줄링
 - 시재관리 최적화, 공정-장비 할당 최적화
 - 그래프 분할, VLSI 회로 배치
 - 벡터 양자화
 - **투자 전략**, 게임 전략, ...

Optimization Methods

- Deterministic algorithms
- Local search algorithms
 - Greedy algorithms
 - Heuristics
- Linear programming
- Dynamic programming
- Neural net
- Stochastic approaches
 - Genetic algorithm, LSMC, tabu search, ...

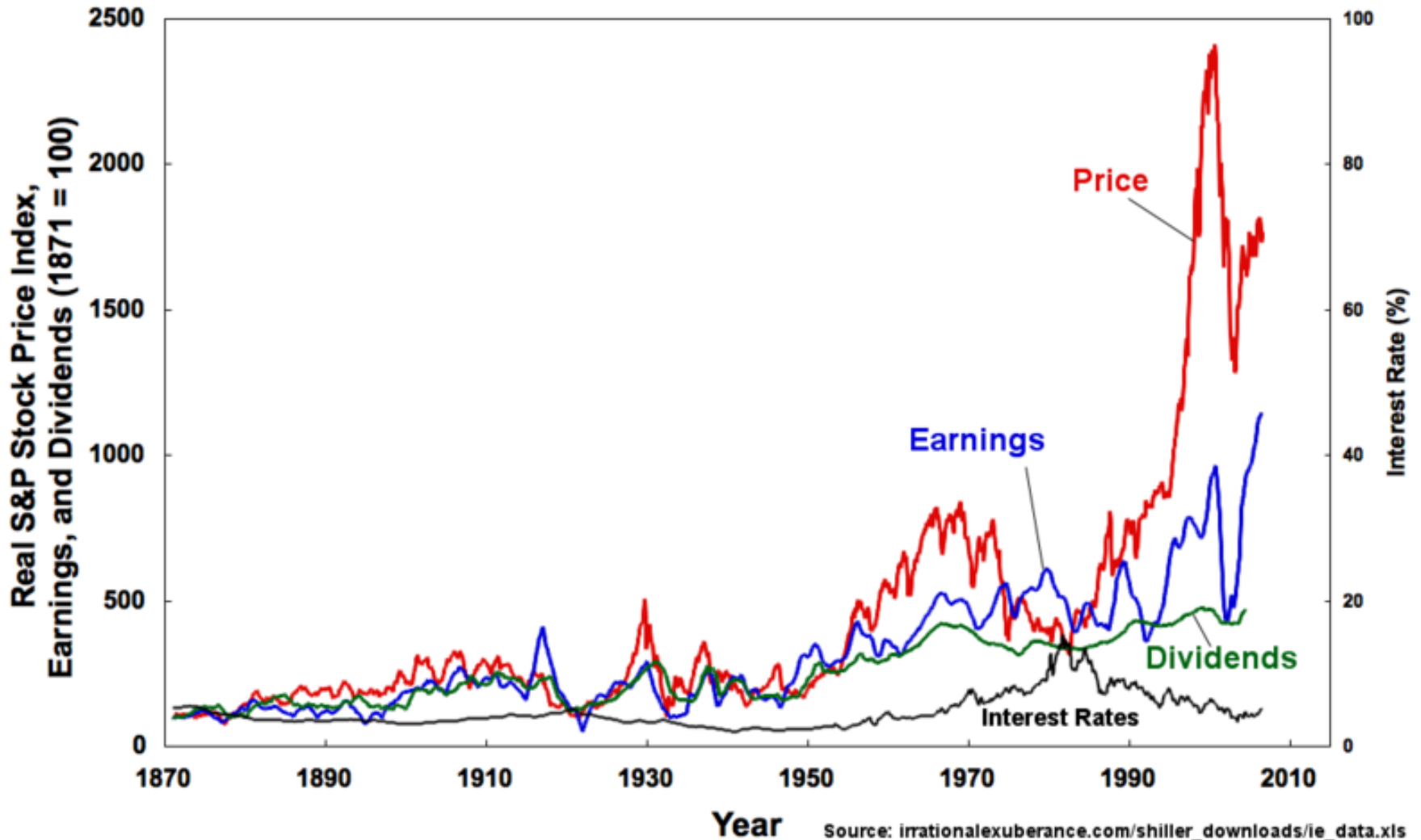
- 시간의 제한
 - Hierarchical model 필요
 - 경험적 직관 필요
- Abstraction, articulation, event화
 - Dream: Raw data로부터 바로 시스템 도출
 - » 시스템의 복잡성으로 인해 대부분 가능하지 않다
 - Articulation 필요

Application Examples

- Local search algorithms
 - 시재관리 시스템, 택배 스케줄링, 자원 할당, ...
- LP
 - 금융 포트폴리오, 공정/장비 할당, ...
- Dynamic programming
 - 금융 포트폴리오, 멀티 캠페인 할당, ...
- Neural net
 - 주식 시계열 예측, 문자 인식, ...
- Genetic algorithm
 - 원자핵발전소 연료 디자인, 광고 최적 타게팅, 금융 포트폴리오, 투자 전략, ...

3. 증권시장과 최적화

미국기업 주가와 관련 지표 추이



Algorithm Trading 현황

- 2006년의 algorithm trading 비중
 - EU와 미국 주식 거래의 1/3
 - 외환거래 주문의 1/4
 - 런던주식거래소 주문의 40%
- 2010년의 algorithm trading 비중 (예상, Aite Group LLC)
 - EU와 미국 주식 거래의 1/2 (이미 2009년 미국 주식 거래의 73%가 high-frequency trading 회사들의 주문)
 - 옵션 거래의 1/5
- 급격한 변화 (2005 → 2006)
 - Avg deal size: 1000 ↑ shares → 300 ↓ shares
 - Trading volume: 0.35billion → 1.6 billion
 - Algorithms and quantitative techniques multiplied, **it became arms race.** – 11/2006 Herald Tribune
- “Goldman ... has more people working in their **technological area** than people **on the trading desk.** ... [The nature of the market has changed dramatically.](#)” – 7/2007 AP
- ATD
 - 자동 거래 전문 회사
 - 미국 거래의 6% 점유
 - City Group이 6.8억불에 인수
- Nova Fund (Renaissance Technologies)
 - Algorithm trading fund
 - 97년 어느날 NASDAQ 전체 거래의 14% 차지
- 2014년에는
 - 80~90%?
- Any sort of pattern recognition or predictive model can be used to initiate algorithm trading. **Neural net** and **genetic programming** have been used to create these models. “Now it’s an **arms race**,” said Andrew Lo, director of the MIT’s Laboratory for Financial Engineering. -Wikipedia

주식관련 시스템

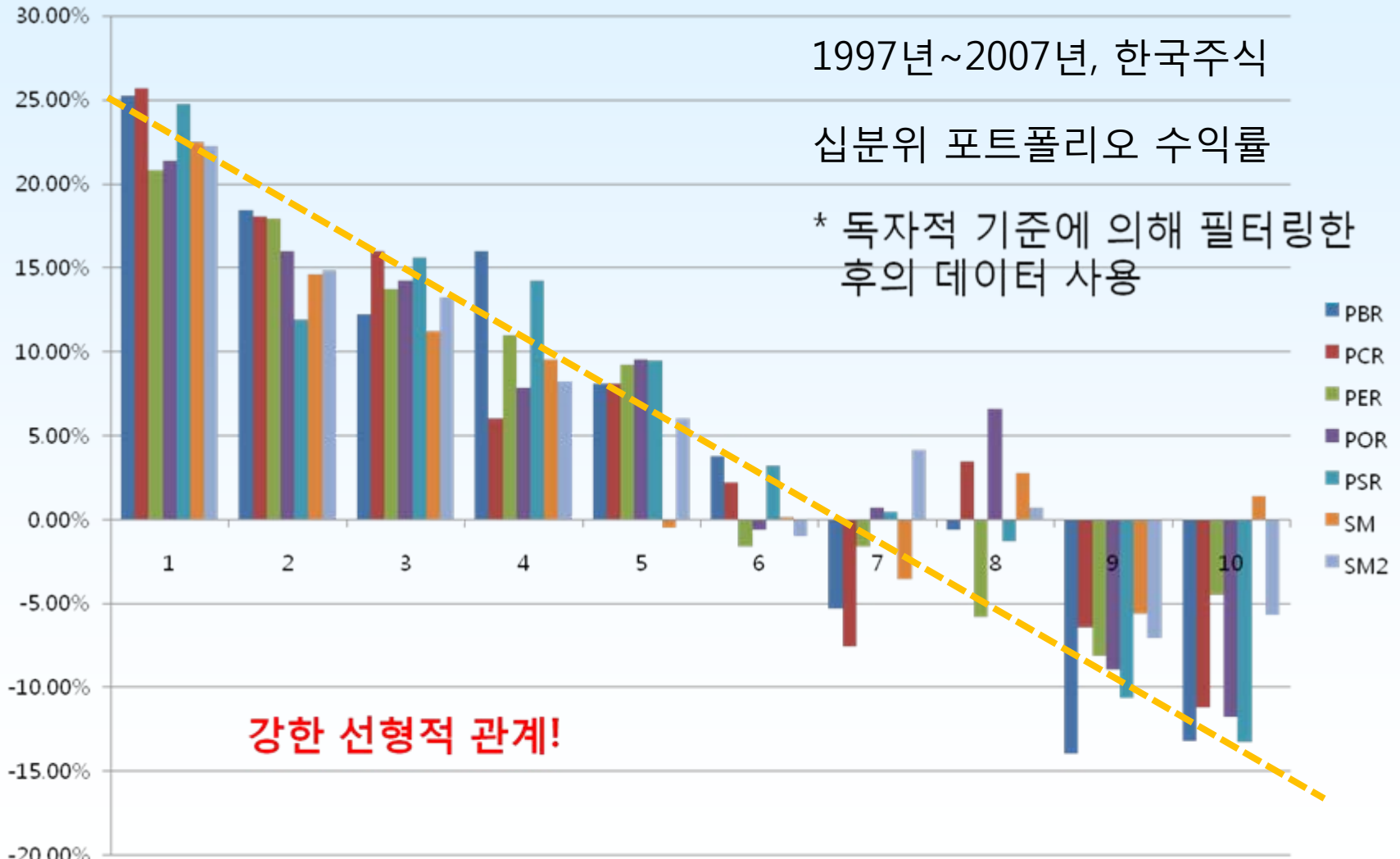
- 주식투자 보조 시스템
 - 주가예측, 재무적 분석, 기술적 분석, ...
- 자동 투자 시스템
 - Algorithm, automated, black-box trading
 - » Open/Close
 - » Auto portfolio rebalancing
 - 주식, 펀드, ...
 - » Scheduling(Timing) large-volume trades
 - » Rule sets (semi-auto)
- 투자 전략 도출 시스템
 - Trading rules
 - » Rule generation
 - » Combination among a rule set
 - Risk minimization
 - Portfolio construction
- Arbitrage trading
 - Risk arbitrage
 - Index arbitrage
 - Pair arbitrage
 - Value arbitrage

간단한 계량적 정보: 재무제표와 수익률

1997년~2007년, 한국주식

십분위 포트폴리오 수익률

* 독자적 기준에 의해 필터링한
후의 데이터 사용



강한 선형적 관계!

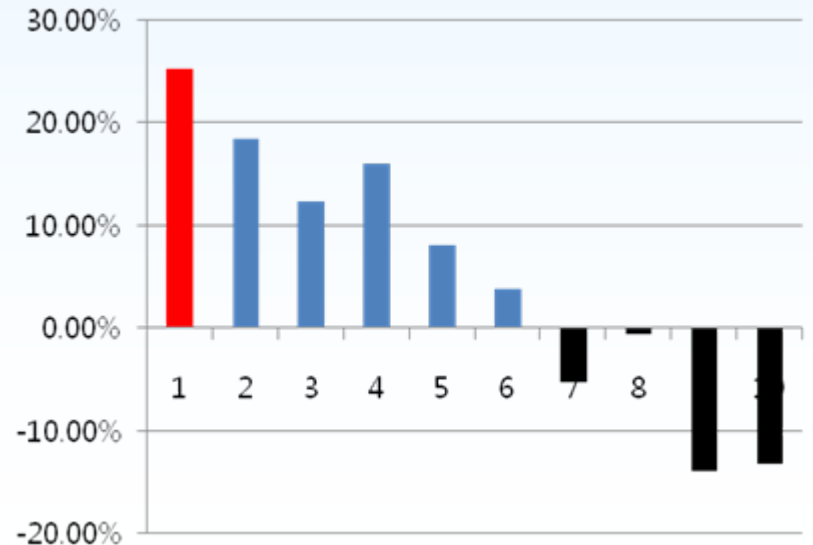
PBR 십분위에 따른 수익률: 1997-2007

십분위	평균 PBR	1,000,000 Grows to:	연평균 기하수익	Sharpe Ratio
1 (Lowest)	0.29	11,902,094	25.25%	0.59
2	0.45	6,422,989	18.42%	0.51
3	0.58	3,556,858	12.23%	0.32
4	0.71	5,115,234	16.00%	0.41
5	0.88	2,351,642	8.08%	0.2
6	1.05	1,508,948	3.81%	0.08
7	1.28	548,432	-5.31%	-0.27
8	1.6	936,806	-0.59%	-0.02
9	2.22	192,031	-13.93%	-0.38
10 (Highest)	4.61	210,947	-13.19%	-0.27

* 동 기간 KOSPI 연평균 기하상승률: **7.93%**

$$PBR = \frac{\text{시가총액}}{\text{순자산}}$$

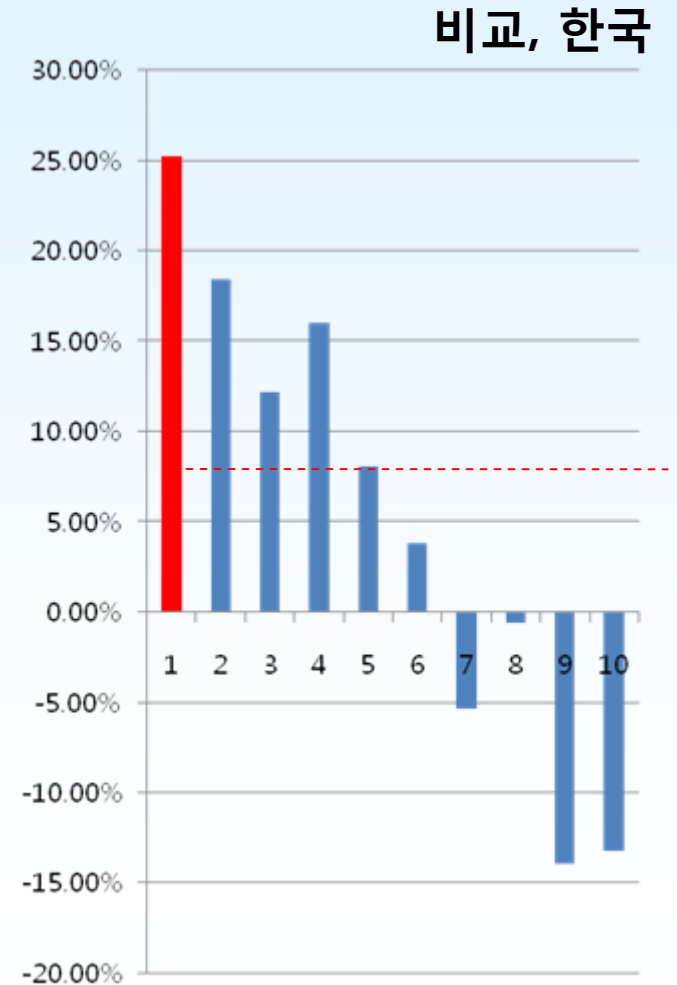
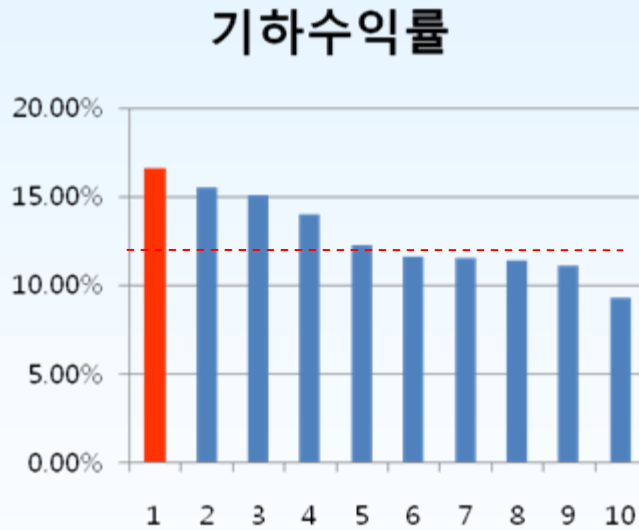
기하평균수익률



미국 주식의 PBR 십분위에 따른 수익률: 1951-2003

십분위	연평균 기하수익
1 (Lowest)	16.59%
2	15.48%
3	15.08%
4	13.98%
5	12.25%
6	11.60%
7	11.49%
8	11.35%
9	11.12%
10 (Highest)	9.26%

* 동 기간 미국주식 연평균 기하수익률: **11.7%**



계량적 검증, G. Morris

11/29, 1991 ~ 12/31, 2004

of stocks: 2277

of days: 5,490,000

S&P 500 지수: 380 → 1200

%Win: 적중률
수익률: %

패턴	빈도	1일후		5일후		7일후	
		%Win	수익률	%Win	수익률	%Win	수익률
3 White Soldiers +	2479	52%	0.18	52%	0.43	52%	0.44
3 Black Crows -	3659	49%	-0.09	46%	-0.73	46%	-1.07
Abandoned Baby +	64	59%	0.73	56%	0.24	48%	0.81
Abandoned Baby -	44	49%	0.01	55%	-0.04	53%	-1.81
3 Outside Up +	16783	49%	0.05	51%	0.44	51%	0.43
3 Outside Down -	17345	48%	-0.23	47%	-0.60	45%	-0.98
Morning Star +	1602	49%	-0.02	53%	0.44	52%	0.75
Morning D. Star +	1105	47%	-0.16	51%	0.25	53%	0.52
Concealing +	101	51%	0.28	50%	1.25	54%	2.31

✓ 100% 가까운 적중률은 있을 수 없다!

Facts

총 88 패턴에 대한 실험에서

G. Morris

- 시중의 믿음에 대한 평균 적중률은 고작 **51%**
- 100회 이상 출현 패턴중
 - 적중률 **59%** 이상인 것은 단 **4개** (상승, 하락 각 2개)
 - 적중률 최고치는 **67%** (Match High-와 Match Low+, 1일 후)
 - 7일내 기대상승률이 가장 높은 것은 **2.31%** (Concealing, 101회 출현)
 - 7일내 기대하락률이 가장 낮은 것은 **-1.82%**
- 적중률 **50%** 미만인 것(예측 실패)은 **33개**

✓ 백발백중은 없다! 기대 확률이 50%를 조금 넘을 뿐!

1997 ~ 2007

계량적 검증: 한국주식

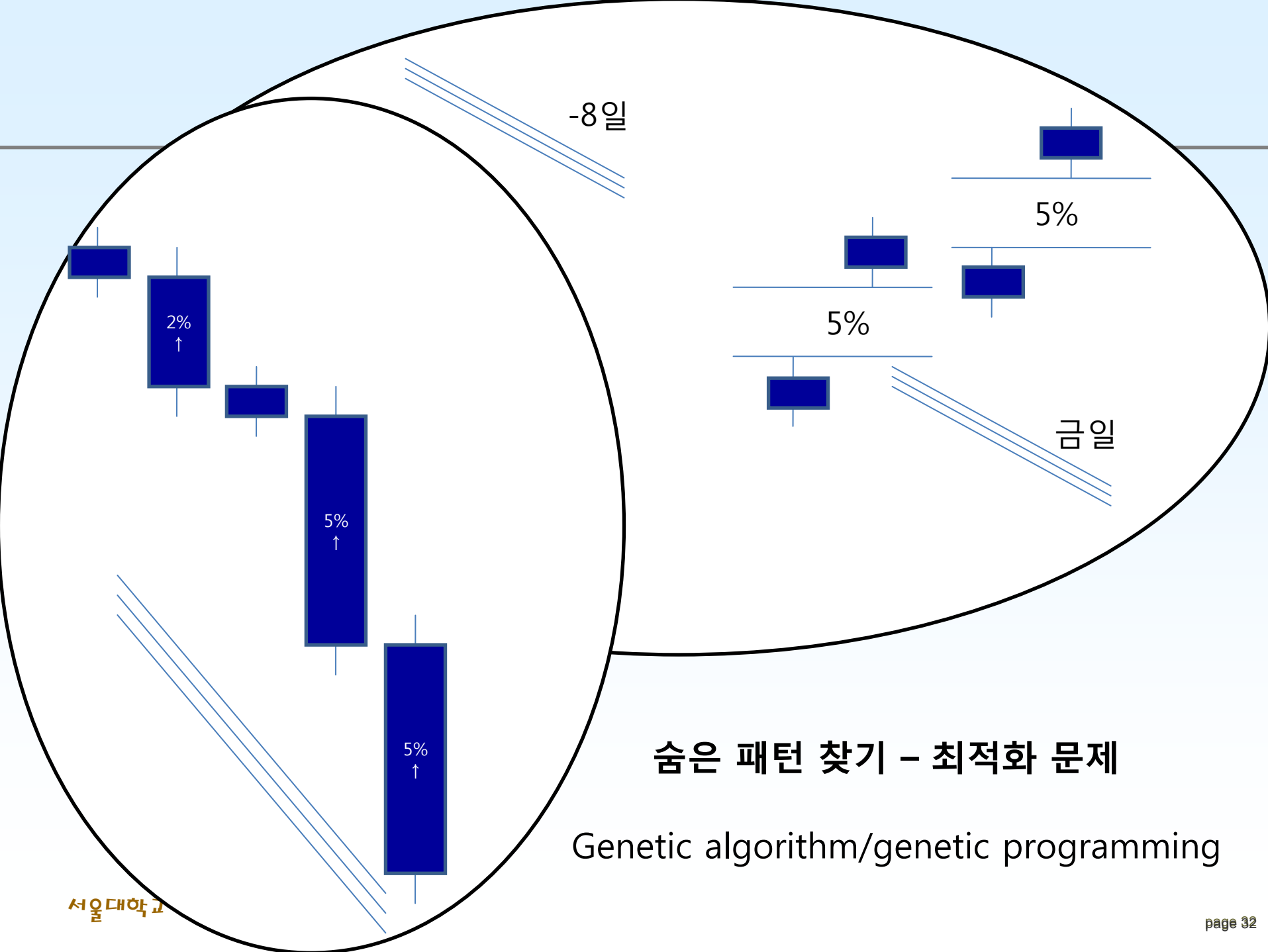
of stocks: 1668

of days: 2,989,429

KOSPI 지수: 651 → 1897

%Win: 적중률
수익률: %

패턴	빈도	1일후		5일후		7일후		15일후	
		%Win	수익률	%Win	수익률	%Win	수익률	%Win	수익률
모든 경우	2989429	48%	0.08	48%	0.48	48%	0.67	48%	1.42
3 White Soldiers +	2466	52%	0.93	45%	1.14	45%	1.7	43%	2.4
3 Black Crows -	2684	44%	0.44	47%	1.26	48%	1.37	54%	1.08
Abandoned Baby +	20	68%	1.48	55%	1.61	40%	-3.17	23%	-16.6
Abandoned Baby -	31	69%	-3.47	75%	-8.75	69%	-7.9	53%	-3.96
3 Outside Up +	1920	45%	0.13	44%	0.76	43%	1.4	46%	2.62
3 Outside Down -	2626	51%	-0.22	53%	0.52	55%	0.67	57%	1.47
Morning Star +	920	48%	0.57	48%	1.52	44%	1.46	46%	1.7
Evening Star -	1079	56%	-0.83	58%	-1.35	56%	-0.81	61%	-1.05
3 Outside UP w/ White Marubozu	392	54%	1.53	54%	4.12	51%	6.38	54%	10.77
“ 20일이격도 90미만	175	60%	2.66	68%	7.87	65%	11.26	67%	16.15



-8일

2%
↑

5%
↑

5%
↑

5%

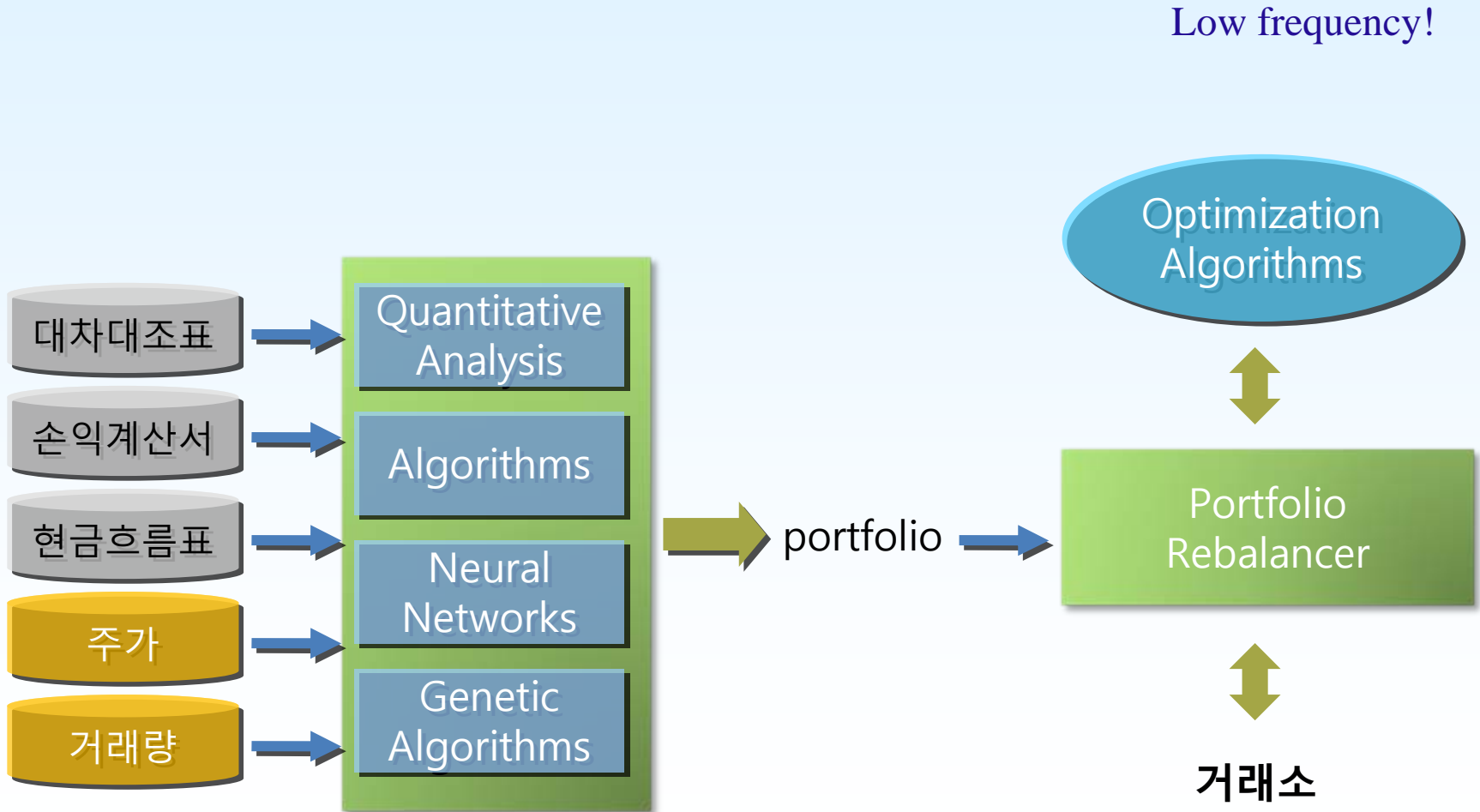
5%

금일

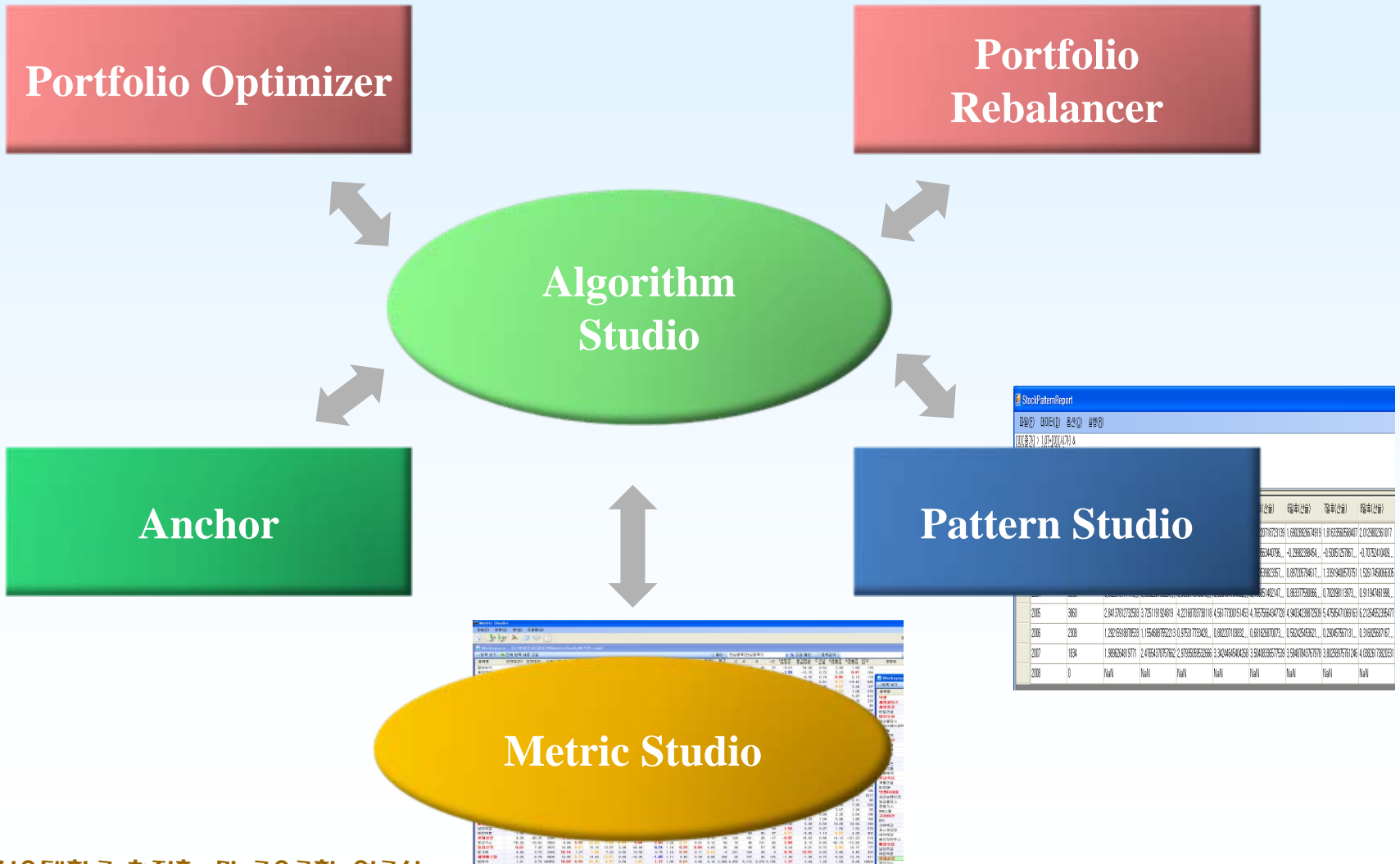
숨은 패턴 찾기 - 최적화 문제

Genetic algorithm/genetic programming

Algorithm Trading의 예: Portfolio Optimization/Rebalancing

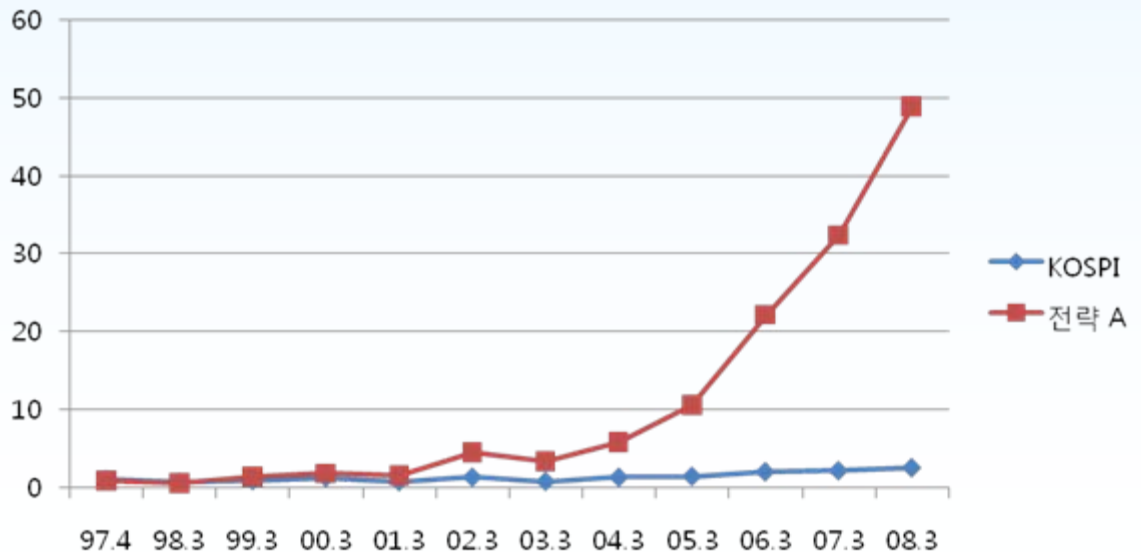
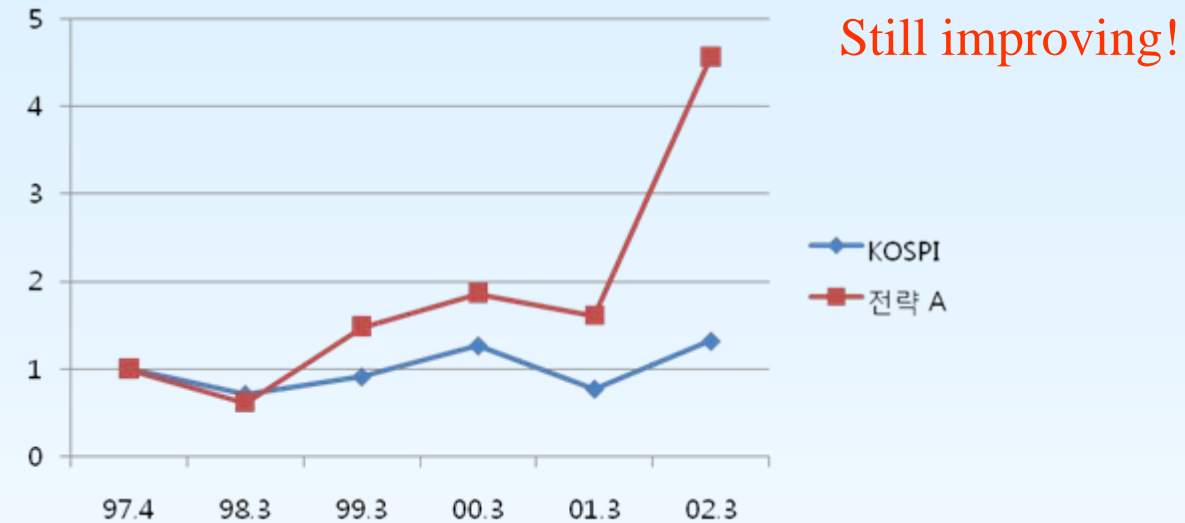


시스템 구조



Portfolio A + Rebalancing K

기간	수익률	KOSPI 상승률
97.4~98.3	-38.28%	-29.0%
98.4~99.3	141.05%	28.7%
99.4~00.3	25.54%	39.1%
00.4~01.3	-13.71%	-39.2%
01.4~02.3	183.82%	71.2%
02.4~03.3	-23.71%	-40.2%
03.4~04.3	69.56%	64.4%
04.4~05.3	80.84%	9.7%
05.4~06.3	107.83%	40.8%
06.4~07.3	46.01%	6.8%
07.4~08.4	50.92%	17.3%
연평균 복리수익	42.45%	8.75%



실전: Started in Feb. 2009

년월	실 계좌 월별 수익률	실 계좌 누적 수익률	KOSPI 월별 수익률	KOSPI 누적 수익률
2009년 02월	-4.21%	-4.21%	-9.75%	-9.75%
2009년 03월	12.33%	7.60%	13.47%	2.41%
2009년 04월	18.76%	27.79%	13.52%	16.26%
2009년 05월	8.34%	38.44%	1.93%	18.50%
2009년 06월	-1.70%	36.09%	-0.42%	18.01%
2009년 07월	4.46%	42.16%	10.41%	30.29%
2009년 08월	2.80%	46.15%	3.72%	35.14%
2009년 09월	-1.66%	43.72%	5.11%	42.04%
2009년 10월	-1.27%	41.89%	-5.53%	34.19%
2009년 11월	-3.74%	36.58%	-1.59%	32.06%
2009년 12월	11.35%	52.08%	8.17%	42.85%

A Snapshot: Metric Studio

Metric Studio

파일(F) 공유(S) 창(W) 도움말(H)

Workspace - [C:\Users\#은 병로#Documents\MetricStudio#핵심.swk]

항목 보기 | 전체 항목 새로 고침 | 필터 : KOSPI200 제 조 업 | 고급 필터 | 종목검색 :

종목명	코	시총	(BE+BC)/2	랭크합/2(BrCr)	PBR	PSR	ROE+ROC+ROO	당기순이익/주 자사채/주	PER	PCR	POR	PbrPer	rank	-6
세아제강		2055	1.88	108	0.36	0.13	4.66	1.64	9.16	1.32	3.08	3.29	158	1.01
동아타이어		1834	1.84	125	0.49	0.58	7.81	1.04	4.65	2.81	6.07	2.29	100	2.58
세방전지		2954	3.36	233	1.05	0.51	26.10	1.02	4.07	2.35	2.91	4.26	218	9.30
한화석화		1...	3.69	240	0.64	0.55	5.13	1.06	8.61	2.97	4.15	5.48	285	28.32
한국제지		1844	4.17	259	0.55	0.31	3.24	1.00	12.24	2.79	3.64	6.79	350	-23.90
한국카본		1746	3.65	262	1.06	0.90	21.86	0.78	3.90	2.99	4.68	4.13	210	6.26
대한제강		2953	3.61	269	0.98	0.35	30.06	1.16	3.03	4.35	2.70	2.97	132	3.97
대한제당		1488	5.31	279	0.36	0.13	0.91	1.03	26.27	3.01	3.50	9.53	444	15.36
인디에프		769	3.55	284	0.79	0.33	33.93	1.18	1.72	7.27	43.87	1.36	57	1.12
태광산업		7961	4.03	306	0.51	0.44	2.44	1.43	6.71	9.04	16.53	3.43	172	-7.26
고려제강		4986	4.97	352	0.64	1.15	5.48	0.54	4.71	10.86	10.03	3.01	135	4.62
동화약품		1894	5.53	381	0.92	1.00	6.86	0.12	7.20	4.81	5.26	6.62	338	10.74
한진중공업		1...	6.62	409	0.48	0.28	5.69	-0.84	6.37	21.51	1.79	3.03	137	27.79
케이피케미칼		6500	10.08	418	0.89	0.32	2.46	0.99	20.47	2.20	15.57	18.20	635	-185.45
신도리코		5957	6.11	419	0.87	0.93	4.62	0.44	7.22	6.88	9.87	6.25	317	6.89
KPX케미칼		2139	6.35	420	1.15	0.48	10.40	0.99	7.04	4.01	4.07	8.10	402	10.64
롯데삼강		2525	6.13	420	0.75	0.53	4.58	0.98	6.72	9.69	6.26	5.02	256	6.60
유니드		2015	8.16	434	0.73	0.38	12.70	0.79	3.61	18.78	3.33	2.63	117	4.07
현대제철		6...	8.17	457	1.29	0.72	7.54	0.98	9.53	3.14	7.51	12.30	531	6.55
호남석유		2...	7.04	458	0.79	0.61	2.68	1.02	10.83	6.98	7.58	8.57	417	-46.66
광동제약		1531	7.44	470	0.81	0.55	4.78	1.13	7.25	11.05	5.04	5.89	307	8.24
삼영전자		2220	7.73	473	0.57	1.27	1.21	0.22	8.80	18.12	58.67	5.05	261	8.84
동원F&B		1341	8.09	495	0.56	0.17	1.82	0.99	11.13	17.76	4.66	6.23	315	9.72
코오롱		8430	8.17	506	0.95	0.46	5.03	1.80	8.03	9.10	5.30	7.67	390	10.24
SK에너지		1...	9.60	510	1.32	0.25	6.56	0.87	10.99	3.57	5.72	14.50	571	15.64
한솔제지		4559	21.73	511	0.84	0.33	1.05	3.51	48.90	2.65	4.78	41.24	793	135.42
일성신약		1612	8.61	521	0.62	2.15	1.10	3.73	12.94	14.88	11.71	8.01	400	3.79
대덕DS		2029	9.68	524	0.71	0.64	1.45	1.34	19.68	7.43	4.64	14.05	562	-8.00

항목 수정

◆ 이름 : ROE+ROC+ROO

◆ 변수명 :

◆ 출력 형식 : 비율(Double)

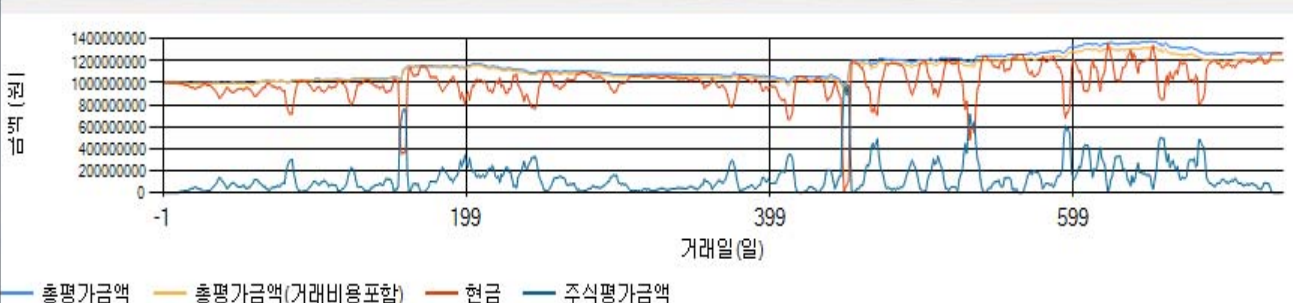
◆ 정렬 방식 : 기본 정렬

◆ 식 : $100 + ((\text{netprofit_yr}[\text{fyear}][\text{fmon}] / \text{equity}[\text{fyear}][\text{fmon}]) / \text{PER}[\text{year}][\text{mon}][\text{day}][\text{fyear}][\text{fmon}]) + ((\text{netprofit_yr}[\text{fyear}][\text{fmon}] / \text{equity}[\text{fyear}][\text{fmon}]) / \text{PCR}[\text{year}][\text{mon}][\text{day}][\text{fyear}][\text{fmon}]) + ((\text{netprofit_yr}[\text{fyear}][\text{fmon}] / \text{equity}[\text{fyear}][\text{fmon}]) / \text{POR}[\text{year}][\text{mon}][\text{day}][\text{fyear}][\text{fmon}])$

□ 검색 :

값 항목

- 사용자 정의 변수
- 기초 변수(합수)
 - 거듭제곱[대상][승수] (pow)
 - 기한중최대[@변수명][시작연도][시작월][시작일][종료연도][종료월][종료일][종료일] (max)
 - 기한중최소[@변수명][시작연도][시작월][시작일][종료연도][종료월][종료일][종료일] (min)
 - 기한중최소_점검[@변수명][시작연도][시작월][시작일][종료연도][종료월][종료일] (rank)
 - 랭크[@변수명][옵션(U-오름차순,D-내림차순,P-양수우선)] (rank)
 - 재무항목코드[항목명][상위항목명] (frcode)
 - 절대값[값] (abs)
 - 최대값[값1][값2]... (max)
 - 최소값[값1][값2]... (min)
 - 현재 연도 (year)
 - 현재 월 (mon)
 - 현재 일 (day)
 - 현재 재무제표 연도 (fyear)
 - 현재 재무제표 월 (fmon)
- 데이터베이스 변수
- 기타
 - 거래정지 (trading_stop_flag)
 - 관리종목 (management_flag)
 - 정리매매 (settlement_trading_flag)
- 새 재무제표
 - 추가재무제표(누적형) (fin)
 - 추가재무제표(분기형) (finp)
- 수정주기
 - 수정거래량 (mod_qty)
 - 수정고가 (mod_high_prc)
 - 수정시가 (mod_open_prc)
 - 수정저가 (mod_low_prc)
 - 수정종가 (mod_close_prc)
- 실시간주가
 - 거래대금 (amt)
 - 거래량 (qty)
 - 고가 (high_prc)
 - 상장주수 (list_stks)
 - 시가 (open_prc)
 - 저가 (low_prc)
 - 전일대비 (prv_diff)
 - 종가 (close_prc)
 - 주가적용일 (stk_yumd)



투자기간 옵션

시작일자: 20070102

종료일자: 20091216

거래비용 옵션

수수료(%): 0.015

세금(매도시)(%): 0.3

A Snapshot: Trading Simulation

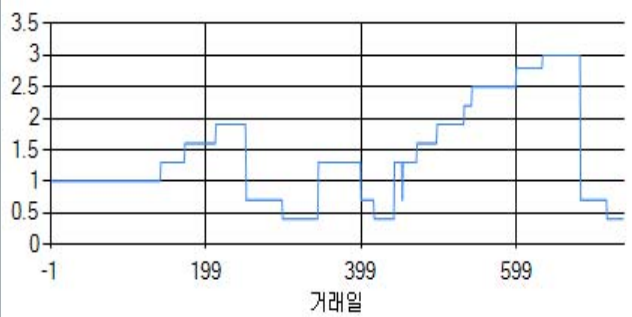


분할방식: 정률분할 - 현재자금기

매도거래일(일): 5

손절매사용

손절매기준수익률(%): -9

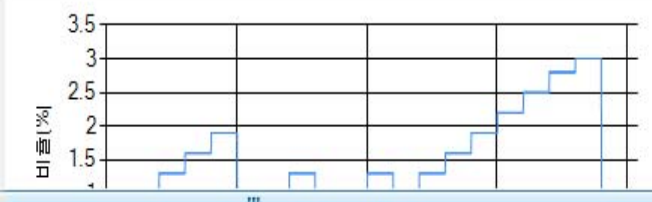
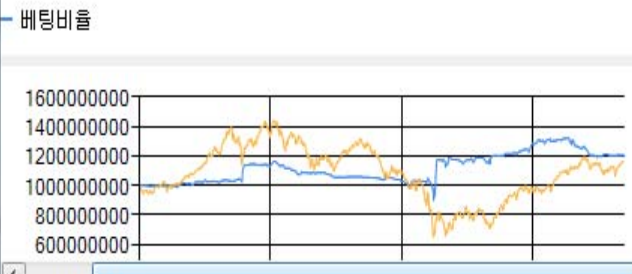


거래제한 옵션

매수매도시거래량제한 매도시하한가제한

거래량제한(%): 2

최소현금보유비율(%): 0.0



변동투자비용 옵션

변동투자비용적용 변동투자비용방법: 라운드수익률부호

변동투자비용적용주기(건): 100

라운드최대배팅비율(%): 3.0 라운드최소배팅비율(%):

Gain라운드배팅비율가수(%): 0.3

Loss라운드배팅비율가수(%): -0.3

기타 옵션

결과출력파일명: temp.txt

결과창

1주미만매수블록건수 = 18

총평가금액(원) = 1,270,249,363

거래비용(원) = 64,670,933

거래비용차감 총평가금액(원) = 1,205,578,430

시익률(%) = -5.06%

A Snapshot: Portfolio Manager

(C) Optus: Automated Stock Trading System

Main Page | Settings

속성	값
▶ 투자금액설정 (단위:만원)	20000
현금보유비율 (단위:%)	5
포트폴리오 크기 (단위:종목수)	30
주문갱신주기 (단위:분)	20

(C) Optus: Automated Stock Trading System

Main Page | Settings

Portfolio Transaction

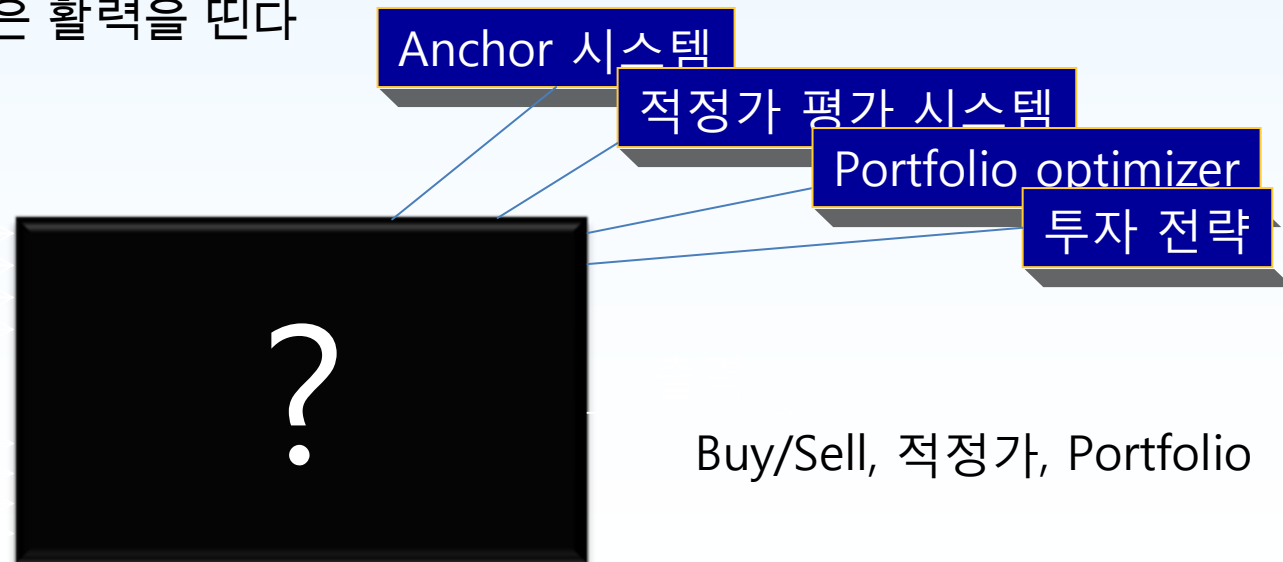
포트폴리오 구성 매매 시작

포트폴리오 리밸런싱 매매 중지

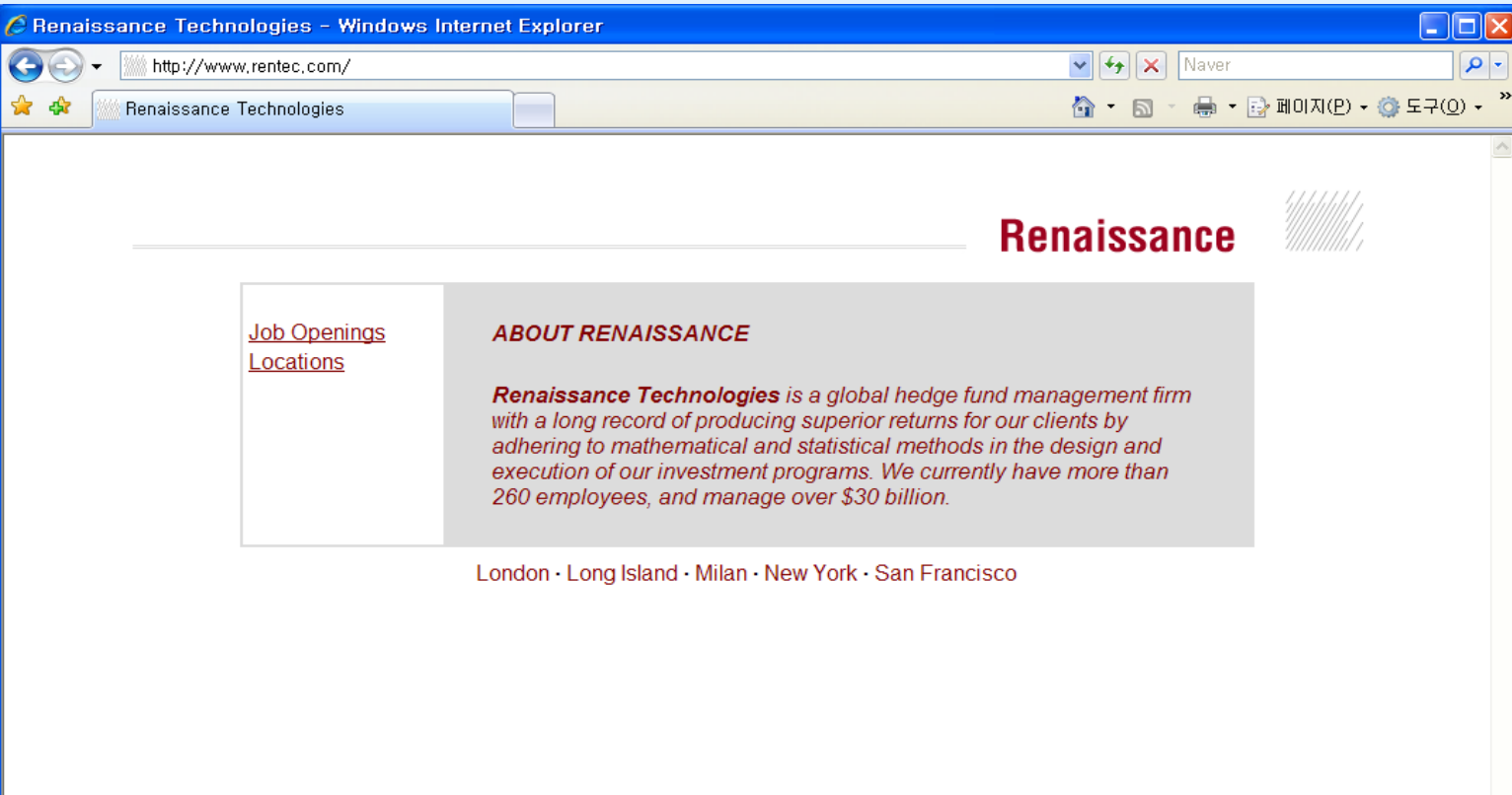
종목명	목표비율	목표수량	잔고수량
▶ [Blurred]	4.57%	400	360
[Blurred]	4.39%	840	750
[Blurred]	1.99%	430	370
[Blurred]	4.57%	6350	5670
[Blurred]	4.75%	940	850
[Blurred]	1.98%	750	660
[Blurred]	5.04%	870	780
[Blurred]	4.50%	310	170
[Blurred]	2.21%	60	60
[Blurred]	4.46%	820	730
[Blurred]	4.14%	940	830
[Blurred]	4.31%	1530	1340
[Blurred]	2.11%	1960	1750

Optimization

- 증권 데이터같은 양질의 데이터도 드물다
 - 통계적 변동이 **noise** 역할을 한다
- 데이터들속에 방대한 관계 정보가 숨어있다
 - 누군가 자신을 발견해 주기를 기다리는 보석과 같다
- 좋은 시스템을 만드는 것은 noise와의 싸움이다
- Noise는 시장참여자의 합리적 가격결정을 방해한다
- Noise 덕분에 시장은 활력을 띈다



어느 홈페이지



97년 어느날 Nova Fund의 자동거래가
NASDAQ 총 거래량의 14% 차지

4. 결론

결론

- 기능의 시대에서 효율성의 시대로!
- 최적화와 증권시장
 - 알고리즘들의 전쟁터로 변할 것
 - 확률과 정확도의 게임
- 널린 최적화 문제들
 - 포트폴리오 구성
 - 포트폴리오 리밸런싱
 - 패턴 탐색
 - 투자 전략 최적화
 - 차이거래
 - ...
- 교과서적 이론과 현장의 괴리
 - Customization
 - Variation
 - Abstraction
- **Blue ocean!**
 - 아는 만큼 보이며, 보는 만큼 이룬다!