

유전 알고리즘 개괄

진화 : 창조

- 칼 마르크스
 - "진화론의 생존 경쟁은 인류사의 계급 투쟁을 자연계에 대입해 놓은 것"
 - 진화론의 입지를 좁히는 빌미를 제공
- Monkey Trial, 1925
 - 테네시주, 진화론을 가르친 교사에게 벌금 25불
- 균등 교육 재판, 1980년대말
 - 루이지애나 주법, "창조 과학을 진화론과 동일한 수준으로 가르쳐야 한다"
 - 루이지애나 대법원에서 청문회를 거쳐 철폐 판결
- 캔사스주 교육위원회 결의
 - 초중등 교육을 위한 과학 교육 표준에서 진화론과 빅뱅 등 지구의 연대기적 나이를 암시하는 모든 내용 삭제
- 펜실바니아 도버시 교육위원회 결의
 - 수업 시간에 의무 낭독: "진화론은 완벽하지 않으며 생명의 기원을 설명하는 다른 가설인 지적 설계론(~창조론)도 있다"
 - 법원에서 위헌 판결

교황청의 화해

- 1950년 교지
 - 진화에 대한 논의는 허용하나 공산주의자들이 신을 깎아내리기 위해 진화를 악용하는 것은 경계해야 한다
- 1996년, 요한 바오로 2세
 - “지난 1950년 교지 이후 새로이 발견된 지식들은 이제 진화론이 더 이상 가설에 머무를 수 없음을 인정하게 만든다. 다만, 인간의 육체가 그 이전에 존재하던 생명체에 그 근원을 갖고 있다 해도 그 영혼(spiritual soul)은 신에 의해 직접 만들어진 것이다.”

현대 무신론의 오류는 어떤 신앙의 핵심 교리가 더 이상 유효하지 않다 하더라도 여전히 타당성을 지니는 신앙의 측면들이 무척 많다는 점을 간과한 데에 있다.

...

우리를 분노하게 하는 주원인은 바로 희망이다... 기독교는 희망을 머나먼 영역(내세)으로 옮겨놓았기 때문에 교회는 지상의 현실에 대해서 특이하게도 명료하고 냉정한 태도를 가질 수 있었다.

-- 알랭 드 보통, <무신론자를 위한 종교>, 2011

진화와 DNA

- 인간의 시작
 - DNA 한 줄을 포함한 세포 하나
 - 복제를 거듭해 대략 30~40조개의 세포로 분화
 - 모든 세포에 DNA는 동일
- DNA
 - {A, C, T, G} 3×10^8
 - 길이 30억짜리 4진수
- 진화 : 창조?
 - 기를 쓰고 싸울 필요 없다
 - 진화적 프로세스가 자연계에서 작동하고 있다는 사실만 받아들이면 그만

Evolutionary Computation

- Evolutionary Strategy
 - 독일, Rechenberg (1960년대)
- Evolutionary Programming
 - 미국, Fogel, Owens, Walsh (1966)
- 진화적 접근법
 - Box (1957), Friedman (1959), Bremermann (1962)

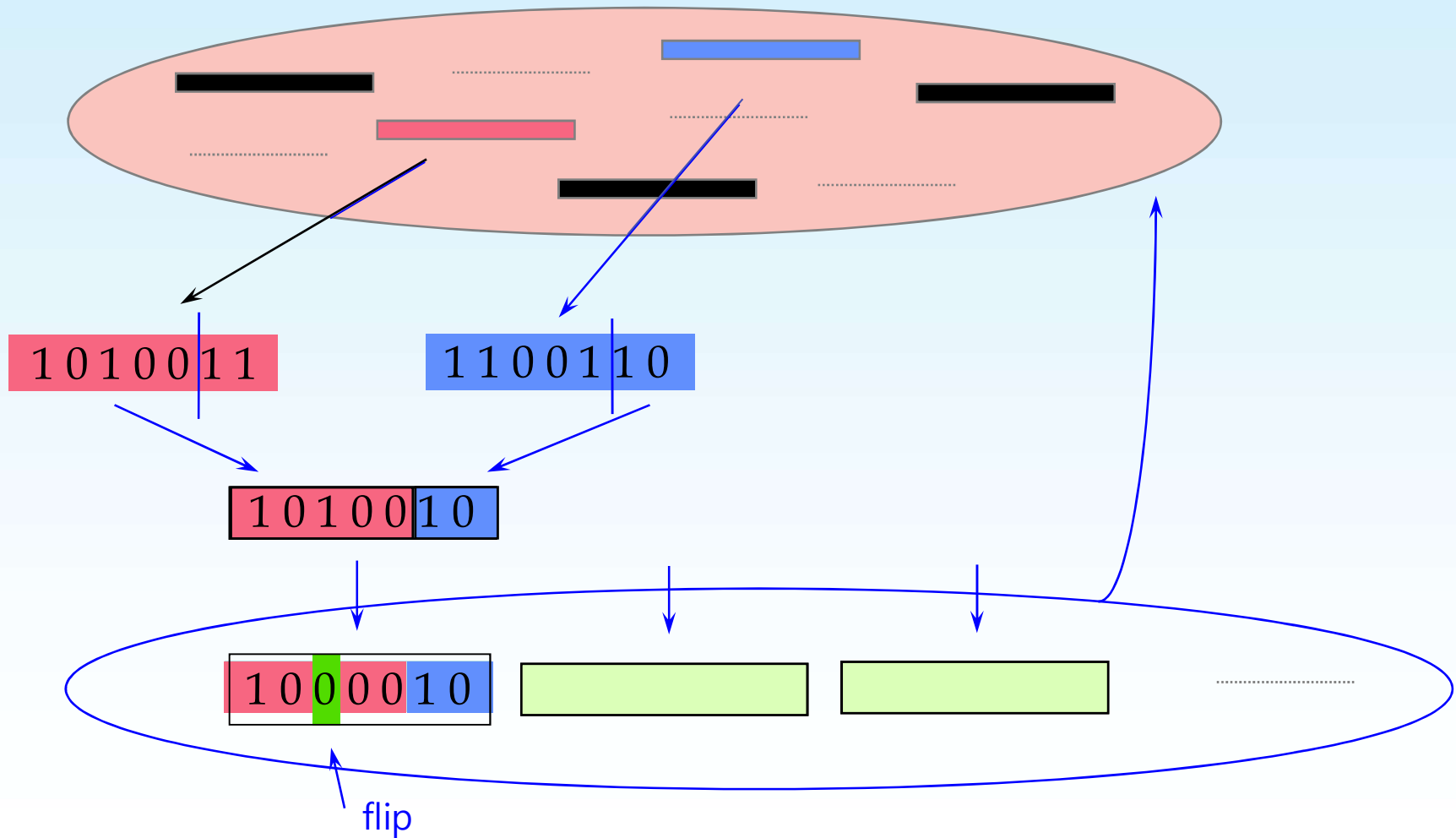
John Holland (1929 ~ 2015)

- GA의 대부
 - 대부분의 초기 대표 학자들이 Holland의 그룹에서 나옴
- 사실상 최초의 CS 분야 박사
 - B.S. in Physics, MIT, 1950
 - M.A. in Math, U. Michigan
 - Ph.D. in Computer Science(de facto), U.Mich, 1959
 - On parallel computing
- Joined Santa Fe Institute, 1980년대
- Books
 - *Adaptation in Natural and Artificial Systems* (1975, MIT Press)
 - *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity* (1995, Basic Books)
 - *Emergence: From Chaos to Order* (1998, Basic Books)
 - *Signals and Boundaries: Building Blocks for Complex Adaptive Systems* (2012, MIT Press)
 - *Complexity: A Very Short Introduction* (2014, Oxford University Press)

GA (Genetic Algorithm)

- Started around 1960
- 1975, John Holland
 - 『Adaptation in Natural and Artificial Systems』
- 1985, 1st International Workshop(Conference) on Genetic Algorithms (ICGA)
 - 90년대말 GP와 통합되어 GECCO(Genetic and Evolutionary Computation Conf.)
- 1989, David Goldberg
 - 『Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning』
- 1990년대, 급격한 양적 팽창
- 1997, IEEE T. Evolutionary Computation

A Typical GA Flow



GA Template

Generate initial solutions (say, p solutions);

do {

for ($i=0$; $i < k$; $i++$){

 Select two parent solutions;

 Crossover;

 Mutation;

 }

 Replace;

} **while** (not stopping condition);

Report the best solution;

k/p : generation gap

기본 용어들

- 염색체_{chromosome}
 - 해는 chromosome으로 표현된다
- 해 집단_{population}
 - GA는 해들의 집단을 유지, 관리하면서 진화한다
- 유전자_{gene}
 - Chromosome상의 각 인자
 - Cf. 생물학에서는 여러 염기가 모여 유전자 하나를 형성

표현형과 유전자형

- 유전자형 Genotype
 - 보이는 그대로의 유전자 조합
- 표현형 Phenotype
 - 유전자형과 관계되어 관찰되는 형질
- GA에서도
 - 염색체 그 자체를 genotype이라 하고
 - 이와 대응되는 해의 성격, 품질 등을 표현형이라 함

문제의 표현

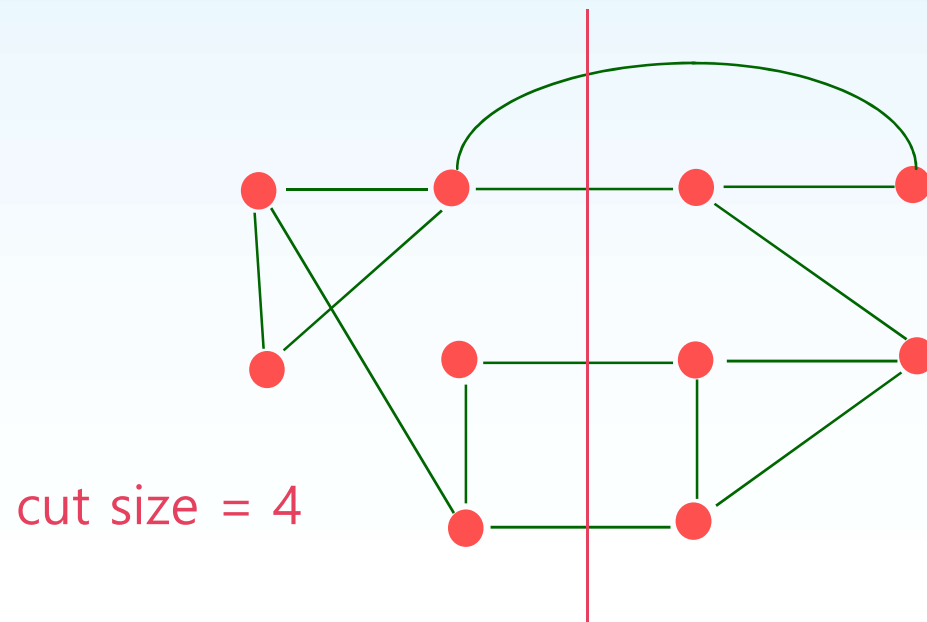
- 우선 GA가 이해할 수 있는 형태로 문제의 해를 표현해야 한다
 - 1차원 : 2차원
 - 위치기반 : 순서기반
 - Binary : Decimal
 - Integer : Real
 - ...

- Bisection

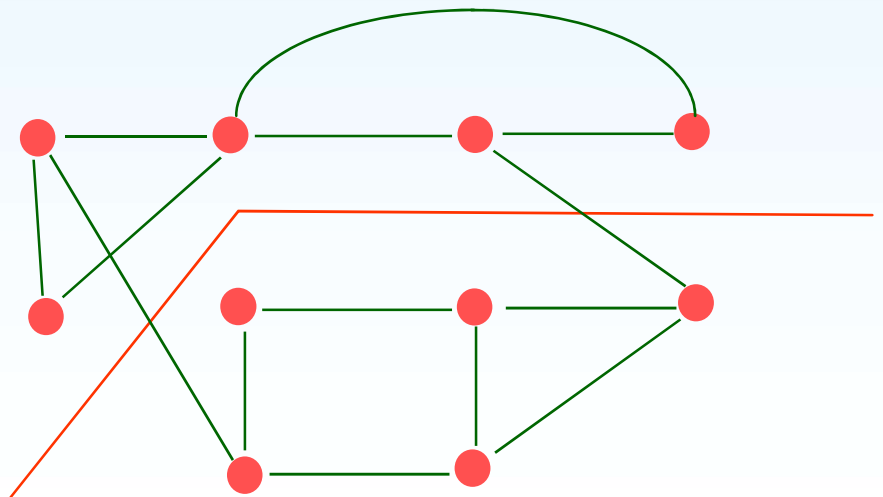
- graph를 같은 사이즈의 두 subgraph로 분할한 것

- Cut size

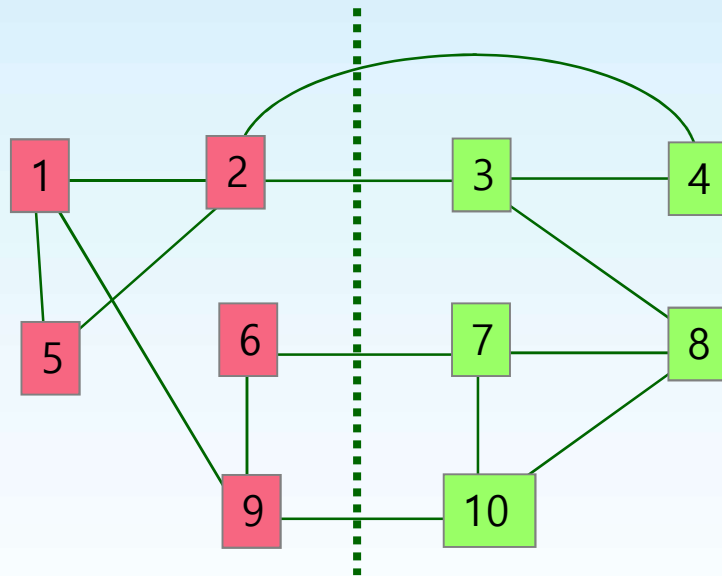
- 해당 bisection의 cross edge 갯수



cut size = 2



Binary Encoding for Graph Bisection



0 0 1 1 0 0 1 1 0 1

선택

Generate initial solutions (say, p solutions);

do {

for ($i=0$; $i < k$; $i++$){

 Select two parent solutions;

 Crossover;

 Mutation;

 }

 Replace;

} **while** (not stopping condition);

Report the best solution;

가장 흔한 선택

- 각 해는 fitness 값 F_i 에 비례하는 선택 기회를 갖는다
- $F_i = (C_w - C_i) + (C_w - C_b)/(k-1), k > 1$

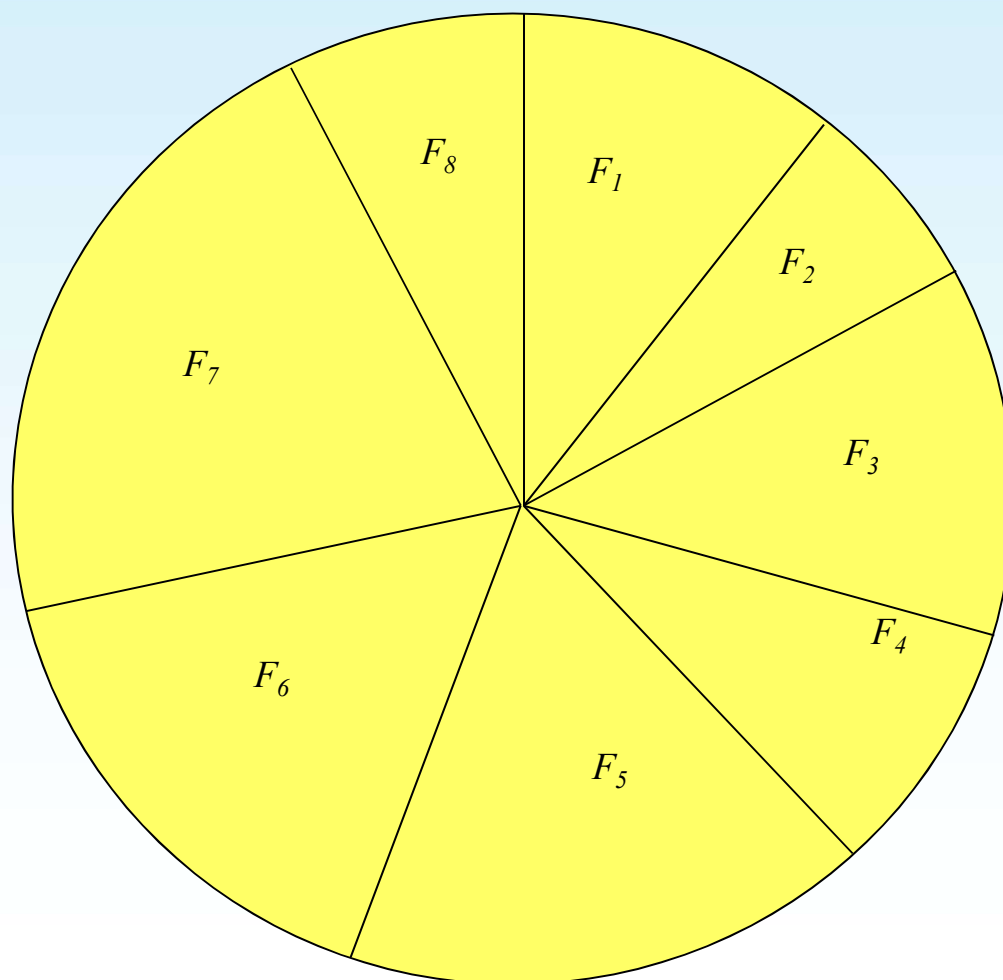
Where

C_w : population 내에서 가장 나쁜 해의 비용

C_b : population 내에서 가장 좋은 해의 비용

C_i : 해 i 의 비용

사회에서 실패한 사람도 훌륭한 자식을 낳을 수 있다
단, 확률은 아무래도 낮다



교차

Generate initial solutions (say, p solutions);

do {

for ($i=0$; $i < k$; $i++$){

 Select two parent solutions;

 Crossover;

 Mutation;

 }

 Replace;

} **while** (not stopping condition);

Report the best solution;

두 솔루션을 부분 결합한다

✓ GA의 상징적 연산자

- 1-point crossover

a b c d e f | g h i j
k l m n o p | q r s t

a b c d e f q r s t

✓ 아주 다양한 Crossover가 존재한다

Generate initial solutions (say, p solutions);

do {

for ($i=0$; $i < k$; $i++$){

 Select two parent solutions;

 Crossover;

 Mutation;

 }

 Replace;

} **while** (not stopping condition);

Report the best solution;

대치

Generate initial solutions (say, p solutions);

do {

for ($i=0; i < k; i++$) {

 Select two parent solutions;

 Crossover;

 Mutation;

 }

Replace;

} **while** (not stopping condition);

Report the best solution;