

Artificial Intelligence

Programming #2 – CSP 결과보고서

C289043 이소연

Problem #1: 시험 요일 정하기

```
# 변수와 제약조건 정의, 묶여있는 과목끼리 같은 날이 배정되면 안됨
VARIABLES = ["A", "B", "C", "D", "E", "F", "G"]
CONSTRAINTS = [
    ("A", "B"),
    ("A", "C"),
    ("B", "C"),
    ("B", "D"),
    ("B", "E"),
    ("C", "E"),
    ("C", "F"),
    ("D", "E"),
    ("E", "F"),
    ("E", "G"),
    ("F", "G")
]
```

Heuristics를 사용하지 않는 DFS with backtracking CSP 프로그램

```
{'A': 'Monday', 'B': 'Tuesday', 'C': 'Wednesday', 'D': 'Wednesday', 'E': 'Monday', 'F': 'Tuesday', 'G': 'Wednesday'}
Execution time: 0.0001 seconds
```

특징

- ① 단 하나의 해를 출력
- ② 백트래킹 횟수 출력 가능 : 여기서는 18 기록
- ③ 실행 시간 : 0.0001

Heuristics를 사용하는 DFS backtracking CSP 프로그램

```
{'E': 'Wednesday', 'B': 'Tuesday', 'C': 'Monday', 'F': 'Tuesday', 'A': 'Wednesday', 'D': 'Monday', 'G': 'Monday'}
{'E': 'Wednesday', 'B': 'Monday', 'C': 'Tuesday', 'F': 'Monday', 'A': 'Wednesday', 'D': 'Tuesday', 'G': 'Tuesday'}
{'E': 'Tuesday', 'B': 'Wednesday', 'C': 'Monday', 'F': 'Wednesday', 'A': 'Tuesday', 'D': 'Monday', 'G': 'Monday'}
{'E': 'Tuesday', 'B': 'Monday', 'C': 'Wednesday', 'F': 'Monday', 'A': 'Tuesday', 'D': 'Wednesday', 'G': 'Wednesday'}
{'E': 'Monday', 'B': 'Tuesday', 'C': 'Wednesday', 'F': 'Tuesday', 'A': 'Monday', 'D': 'Wednesday', 'G': 'Wednesday'}
{'E': 'Monday', 'B': 'Wednesday', 'C': 'Tuesday', 'F': 'Wednesday', 'A': 'Monday', 'D': 'Tuesday', 'G': 'Tuesday'}
Execution time: 0.0002 seconds
```

특징

- ① 가능한 모든 조합을 출력
- ② 실행 시간 : 0.0002

Problem #2-1: 암호 연산 풀이

```
# 변수와 제약조건 정의
variables = ["F", "T", "U", "W", "R", "O"]
domains = {
    "F": [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
    "T": [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
    "U": [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
    "W": [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
    "R": [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9],
    "O": [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
}
```

Heuristics를 사용하지 않는 DFS with backtracking CSP 프로그램

Solution: {'F': 0, 'T': 1, 'U': 4, 'W': 7, 'R': 6, 'O': 3}

Backtracking steps: 1336

Execution time: 0.0005 seconds

- ① 단 하나의 해를 출력
- ② 백트래킹 횟수 출력 가능 : 여기서는 1336 기록
- ③ 실행 시간 : 0.0005

Heuristics를 사용하는 DFS backtracking CSP 프로그램

```
T=9 W=3 O=8 F=1 U=7 R=6
T=9 W=2 O=8 F=1 U=5 R=6
T=8 W=6 O=7 F=1 U=3 R=4
T=8 W=4 O=6 F=1 U=9 R=2
T=8 W=3 O=6 F=1 U=7 R=2
T=7 W=6 O=5 F=1 U=3 R=0
T=7 W=3 O=4 F=1 U=6 R=8
T=4 W=7 O=9 F=0 U=5 R=8
T=4 W=6 O=9 F=0 U=3 R=8
T=4 W=5 O=9 F=0 U=1 R=8
T=4 W=3 O=8 F=0 U=7 R=6
T=4 W=2 O=8 F=0 U=5 R=6
T=4 W=1 O=8 F=0 U=3 R=6
T=3 W=5 O=7 F=0 U=1 R=4
T=3 W=4 O=6 F=0 U=9 R=2
T=2 W=3 O=4 F=0 U=6 R=8
T=1 W=9 O=3 F=0 U=8 R=6
T=1 W=7 O=3 F=0 U=4 R=6
T=1 W=3 O=2 F=0 U=6 R=4
Execution time: 2.4463 seconds
```

- ① 가능한 모든 조합을 출력
- ② 실행 시간 : 2.4463

Problem #2-2: 호주 지도 Map Coloring

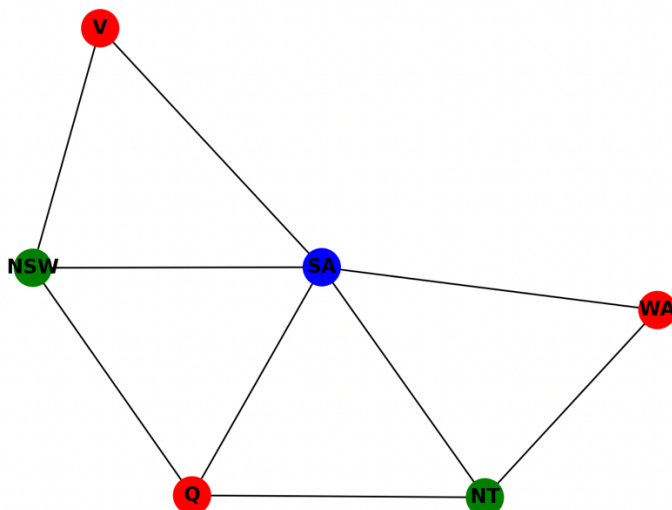
```
# 변수와 제약조건 설정, 이웃한 도시는 같은 색이 할당되면 안됨
VARIABLES = ["WA", "NT", "Q", "NSW", "V", "SA", "T"]
CONSTRAINTS = [
    ("WA", "NT"), ("WA", "SA"),
    ("NT", "SA"), ("NT", "Q"),
    ("SA", "Q"), ("SA", "NSW"), ("SA", "V"),
    ("Q", "NSW"),
    ("NSW", "V"),
]
```

Heuristics를 사용하지 않는 DFS with backtracking CSP 프로그램

```
{'WA': 'red', 'NT': 'green', 'Q': 'red', 'NSW': 'green', 'V': 'red', 'SA': 'blue', 'T': 'red'}
{'WA': 0, 'NT': 1, 'Q': 0, 'NSW': 1, 'V': 0, 'SA': 2, 'T': 0}
Execution time: 0.0000 seconds
```

- ① 단 하나의 해를 출력
- ② 백트래킹 횟수 출력 가능 : 각 변수가 백트래킹을 수행한 횟수 출력
- ③ 실행 시간 : 0.0000

실행 결과를 가시화 :



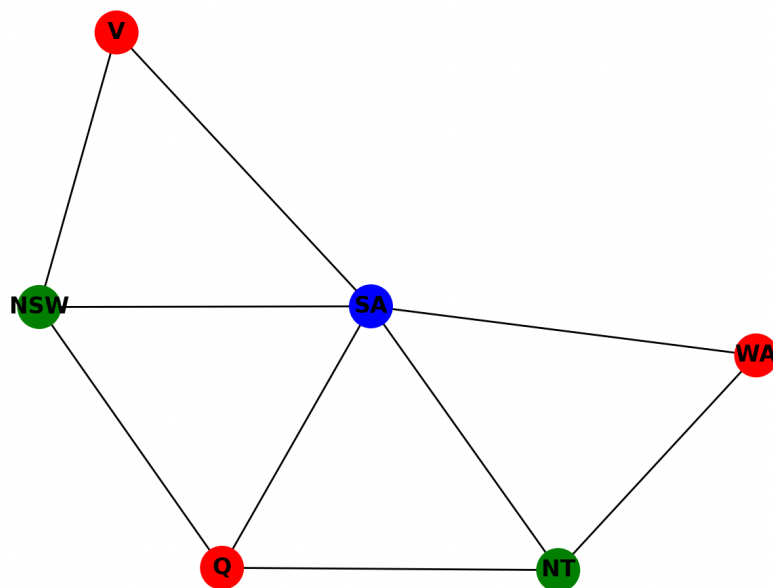
Heuristics를 사용하는 DFS backtracking CSP 프로그램

```
((base) soyeon@soyeonui-MacBookAir Programming #2 % python Australia_heuristic.py
{'SA': 'blue', 'NSW': 'green', 'Q': 'red', 'NT': 'green', 'V': 'red', 'WA': 'red', 'T': 'blue'}
{'SA': 'blue', 'NSW': 'green', 'Q': 'red', 'NT': 'green', 'V': 'red', 'WA': 'red', 'T': 'green'}
{'SA': 'blue', 'NSW': 'green', 'Q': 'red', 'NT': 'green', 'V': 'red', 'WA': 'red', 'T': 'red'}
{'SA': 'blue', 'NSW': 'red', 'Q': 'green', 'NT': 'red', 'V': 'green', 'WA': 'green', 'T': 'blue'}
{'SA': 'blue', 'NSW': 'red', 'Q': 'green', 'NT': 'red', 'V': 'green', 'WA': 'green', 'T': 'green'}
{'SA': 'blue', 'NSW': 'red', 'Q': 'green', 'NT': 'red', 'V': 'green', 'WA': 'green', 'T': 'red'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'red', 'Q': 'blue', 'NT': 'red', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'red'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'blue', 'Q': 'red', 'NT': 'blue', 'V': 'red', 'WA': 'red', 'T': 'blue'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'blue', 'Q': 'red', 'NT': 'blue', 'V': 'red', 'WA': 'red', 'T': 'green'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'blue', 'Q': 'red', 'NT': 'blue', 'V': 'red', 'WA': 'red', 'T': 'red'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'red', 'Q': 'blue', 'NT': 'red', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'blue'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'red', 'Q': 'blue', 'NT': 'red', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'green'}
{'SA': 'green', 'NSW': 'red', 'Q': 'blue', 'NT': 'red', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'red'}
{'SA': 'red', 'NSW': 'green', 'Q': 'blue', 'NT': 'green', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'blue'}
{'SA': 'red', 'NSW': 'green', 'Q': 'blue', 'NT': 'green', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'green'}
{'SA': 'red', 'NSW': 'green', 'Q': 'blue', 'NT': 'green', 'V': 'blue', 'WA': 'blue', 'T': 'red'}
{'SA': 'red', 'NSW': 'blue', 'Q': 'green', 'NT': 'blue', 'V': 'green', 'WA': 'green', 'T': 'blue'}
{'SA': 'red', 'NSW': 'blue', 'Q': 'green', 'NT': 'blue', 'V': 'green', 'WA': 'green', 'T': 'green'}
{'SA': 'red', 'NSW': 'blue', 'Q': 'green', 'NT': 'blue', 'V': 'green', 'WA': 'green', 'T': 'red'}
Execution time: 21.4438 seconds
```

① 가능한 모든 조합을 출력

② 실행 시간 : 21.4438

실행 결과를 가시화 : 여러 해 중 하나 출력



Problem #3: 한국 지도 Map Coloring

```
# 변수와 제약조건 설정, 이웃한 도시는 같은 색이 할당되면 안 됨
VARIABLES = [
    "Seoul", "Gyeonggi", "Incheon", "Gangwon", "Chungbuk", "Chungnam",
    "Daejeon", "Jeonbuk", "Jeonnam", "Gwangju", "Gyeongbuk", "Gyeongnam",
    "Busan", "Ulsan", "Daegu", "Jeju", "Sejong"
]

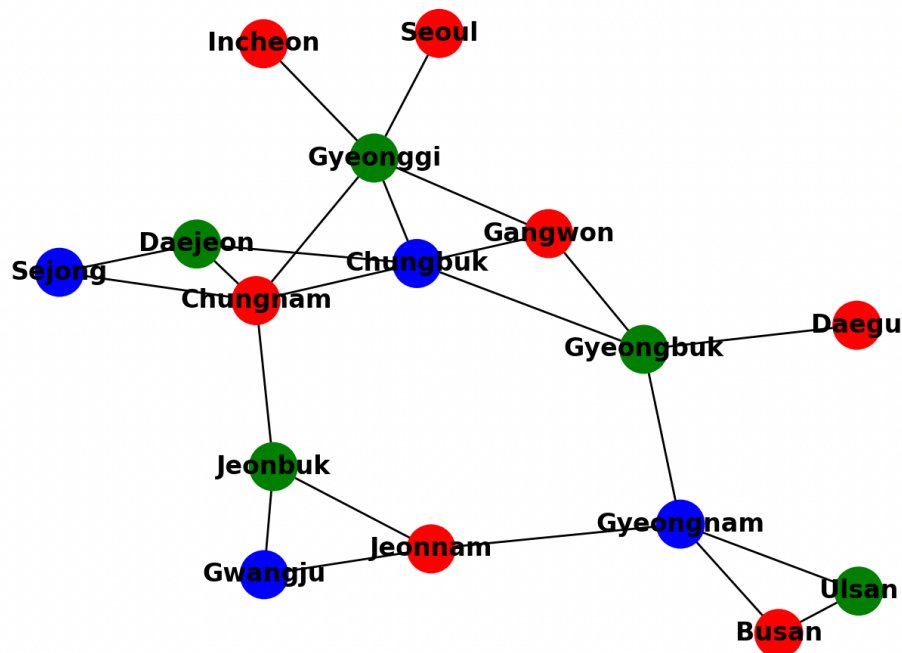
CONSTRAINTS = {
    "Seoul": ["Gyeonggi"],
    "Gyeonggi": ["Seoul", "Incheon", "Gangwon", "Chungbuk", "Chungnam"],
    "Incheon": ["Gyeonggi"],
    "Gangwon": ["Gyeonggi", "Chungbuk", "Gyeongbuk"],
    "Chungbuk": ["Gangwon", "Gyeonggi", "Chungnam", "Gyeongbuk", "Daejeon"],
    "Chungnam": ["Gyeonggi", "Chungbuk", "Daejeon", "Jeonbuk", "Sejong"],
    "Daejeon": ["Chungbuk", "Chungnam", "Sejong"],
    "Jeonbuk": ["Chungnam", "Jeonnam", "Gwangju"],
    "Jeonnam": ["Jeonbuk", "Gwangju", "Gyeongnam"],
    "Gwangju": ["Jeonbuk", "Jeonnam"],
    "Gyeongbuk": ["Gangwon", "Chungbuk", "Daegu", "Gyeongnam"],
    "Gyeongnam": ["Gyeongbuk", "Jeonnam", "Busan", "Ulsan"],
    "Busan": ["Gyeongnam", "Ulsan"],
    "Ulsan": ["Gyeongnam", "Busan"],
    "Daegu": ["Gyeongbuk"],
    "Jeju": [], # Jeju는 다른 지역과 인접하지 않음
    "Sejong": ["Chungnam", "Daejeon"]
}
```

Heuristics를 사용하지 않는 DFS with backtracking CSP 프로그램

```
Solution found:
Seoul: red
Gyeonggi: green
Incheon: red
Gangwon: red
Chungbuk: blue
Chungnam: red
Daejeon: green
Jeonbuk: green
Jeonnam: red
Gwangju: blue
Gyeongbuk: green
Gyeongnam: blue
Busan: red
Ulsan: green
Daegu: red
Jeju: red
Sejong: blue
Backtracking counts:
{'Seoul': 0, 'Gyeonggi': 1, 'Incheon': 0, 'Gangwon': 0, 'Chungbuk': 2, 'Chungnam': 0, 'Daejeon': 1, 'Jeonbuk': 1, 'Jeonnam': 0,
'Gwangju': 2, 'Gyeongbuk': 1, 'Gyeongnam': 2, 'Busan': 0, 'Ulsan': 1, 'Daegu': 0, 'Jeju': 0, 'Sejong': 2}
Execution time: 0.0001 seconds
■
```

- ① 단 하나의 해를 출력
- ② 백트래킹 횟수 출력 가능 : 각 변수가 백트래킹을 수행한 횟수 출력
- ③ 실행 시간 : 0.0001

실행 결과를 가시화 :

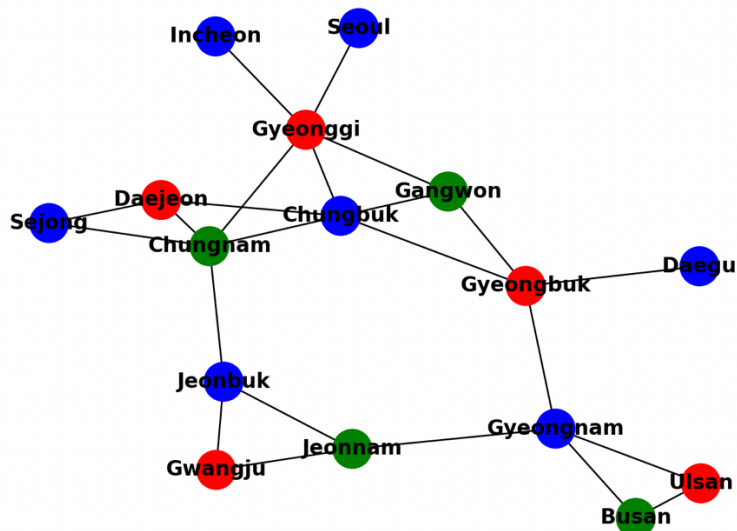


Heuristics를 사용하는 DFS backtracking CSP 프로그램

최 소 색 상 수 : 3
실 행 시 간 : 0.0063초
색 상 조 합 결 과 :
Chungbuk: blue
Chungnam: green
Gyeonggi: red
Gyeongbuk: red
Gyeongnam: blue
Daejeon: red
Gangwon: green
Jeonbuk: blue
Jeonnam: green
Gwangju: red
Sejong: blue
Busan: green
Ulsan: red
Daegu: blue
Incheon: blue
Seoul: blue
Jeju: blue

- ① 단 하나의 해를 출력
- ② 실행 시간 : 0.0063
- ③ heuristic을 사용한 대한민국 컬러매핑에 필요한 최소 색상 수 : 3

실행 결과를 가시화 :



프로그램 개선 사항 - 매핑 코드에서 그래프 출력하도록 코드 수정