adjacencyMatrix 과제

20223147 주감동

전체 프로그램 구조

- 1. 입력 단계

- 사용자에게 행렬 입력 방식 선택
- 1: 0/1 난수로 관계 행렬 자동 생성
- 2: 수동 입력

- mat[5][5]배열에 관계 저장
- 생성된 행렬은 print_matrix()로 출력

전체 프로그램 구조

- 2. 관계 성질 검사 단계

- is_reflexive()→ 대각선이 모두 1인지 검사
- is_symmetric()→ (i, j)와 (j, i)가 항상 같은지 검사
- is_transitive()→ i->k, k->j이면 i->j인지 확인
- 세 성질이 모두 true → 동치 관계 판정

전체 프로그램 구조

- 3. 동치류 계산 단계

- 전체 동치류: all_equivalence_classes()
- 같은 행에서 관계가 1인 원소들을 묶어 동치류 생성
- 개별 동치류: equivalence_classes(x)
- x번째 행에서 1인 위치를 모아 해당 원소의 동치류 출력
- 화면에
- “동치류 1: …”
- “1의 동치류: …”
- 형태로 출력

전체 프로그램 구조

- 4. 폐포(closed relation) 계산 단계
- 반사 폐포reflexive_closure()
- 대각선 원소를 모두 1로 설정
- 대칭 폐포symmetric_closure()
- in[i][j] = 1 → out[j][i] = 1 추가
- 추이 폐포transitive_closure()
- 워셜 알고리즘 방식으로 i→k→j 경로를 i→j로 추가

- 각 폐포 적용 후:
- 새로운 행렬 출력
- 해당 관계의 동치 여부 및 동치류 재확인

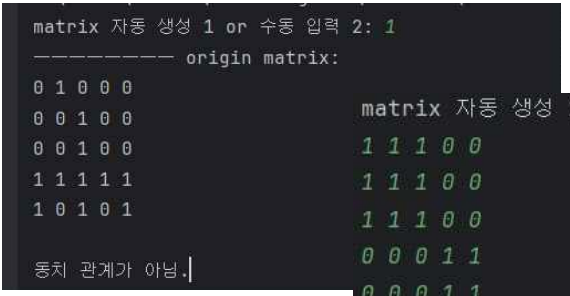
전체 프로그램 구조

- 5. 전체 요약

- 1. 입력 방식 선택 (자동/수동)
- 2. 원본 관계 행렬 출력
- 3. 반사, 대칭, 추이성 검사
- 4. 동치 관계면 동치류 출력
- 5. 성질 부족 시 반사/대칭/추이 폐포 각각 적용
- 6. 폐포 결과를 다시 출력 및 판정

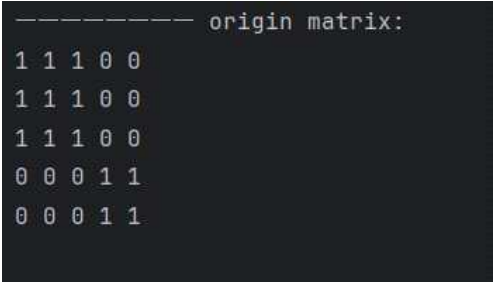
- const int n = 5;
- → 집합 A의 원소 개수를 5로 고정하고, 5×5 관계 행렬을 사용.
- 2차원 배열 int mat[n][n]; 에 관계 행렬을 저장한다.

- main함수에서 다음과 같이 입력 방식을 선택한다.
- 1입력: 0과 1을 난수로 사용하여 관계 행렬 자동 생성
- 2입력: 사용자로부터 5×5 행렬을 직접 입력
- srand(time(NULL));를 사용하여 실행할 때마다 다른 랜덤 행렬이 생성되도록 설정


matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: 1
————————— origin matrix:
0 1 0 0 0
0 0 1 0 0
0 0 1 0 0
1 1 1 1 1
1 0 1 0 1
동치 관계가 아님.


matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: 2
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
0 0 0 1 1
0 0 0 1 1
————————— origin matrix:
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
0 0 0 1 1
0 0 0 1 1

- print_matrix(mat);함수를 통해, 현재 관계를 나타내는 5×5 행렬을 화면에 출력한다.



- 동치 관계 판별 및 동치류 출력
- print_equivalence_classes(mat);함수에서

- is_reflexive, is_symmetric, is_transitive를 순서대로 호출하여
- 관계가 동치 관계인지 확인한다.
- 세 함수가 모두 true를 반환하면:

- "동치 관계."메시지 출력
- all_equivalence_classes와 equivalence_classes를 호출하여

- 전체 동치류 분할, 각 원소별 동치류를 화면에 출력한다.
- 하나라도 만족하지 않으면 "동치 관계가 아님."을 출력한다.

```
void print_equivalence_classes(int mat[][n]) {
    if (is_reflexive(mat) && is_symmetric(mat) && is_transitive(mat)) {
        cout << "동치 관계." << endl;
        vector<vector<int>> als = all_equivalence_classes(mat);
        for (int i = 0; i < als.size(); i++) {
            cout << "동치류 " << i + 1 << ": ";
            for (auto j: als[i]) {
                cout << j << " ";
            }
            cout << endl;
        }
        cout << endl;

        vector<int> tmp;
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            cout << i + 1 << "의 동치류: ";
            for (auto j: equivalence_classes(i, mat)) {
                cout << j << ' ';
            }
            cout << endl;
        }

    } else {
        cout << "동치 관계가 아님." << endl;
    }
    cout << endl;
}
```

- 반사인지 검사

- A[i][i]는
- 전부 1이어야한다

```
bool is_reflexive(int matrix[][n])
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        if (matrix[i][i] == 0) {
            return false;
        }
    }
    return true;
}
```

- 대칭 검사

- A[i][j]와 A[j][i]는
- 같아야한다.

```
bool is_symmetric(int matrix[][n]) {
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            if (matrix[i][j] != matrix[j][i]) {
                return false;
            }
        }
    }
    return true;
}
```

- 추이 검사
- i->k k->j라면 i->j 여야 한다.

```
bool is_transitive(int matrix[][n]) {
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            for (int k = 0; k < n; k++) {
                if (matrix[i][k] == 1 && matrix[k][j] == 1 && matrix[i][j] == 0) {
                    return false;
                }
            }
        }
    }
    return true;
}
```

- 만약 해당 행렬이 동치라면 j와 동치류는 j와 연결된 노드 전체가 된다.

```
vector<int> equivalence_classes(int x, int matrix[][n]) {
    vector<int> r;
    for (int j = 0; j < n; j++) {
        if (matrix[x][j]) {
            r.push_back(j + 1);
        }
    }
    return r;
}
```

- 따라서
- 동치류로 분할은
- set에 들어있지
- 않은 노드들을
- 넣으면서 만들
- 수 있다.

```
vector<vector<int>> all_equivalence_classes(int matrix[][n]) {
    vector<vector<int>> r;
    set<int> st;
    for (int j = 0; j < n; j++) {
        if (st.count(j))continue;
        vector<int> tmp;
        for (int k = 0; k < n; k++) {
            if (matrix[j][k]) {
                st.insert(k);
                tmp.push_back(k + 1);
            }
        }
        r.push_back(tmp);
    }
    return r;
}
```

- 반사가 아니라면
- 반사폐포 적용후
- 동치인지
- 동치라면 동치류를
- 출력한다.
- 대칭, 추이도
- 동일하게 진행한다.

```
int tmp[n][n];
if (!is_reflexive(mat)) {
    reflexive_closure(mat, tmp);
    cout << "---------- 반사 폐포 변환 후 matrix:" << endl;
    print_matrix(tmp);
    cout << endl;
    print_equivalence_classes(tmp);
}
if (!is_symmetric(mat)) {
    symmetric_closure(mat, tmp);
    cout << "---------- 대칭 폐포 변환 후 matrix:" << endl;
    print_matrix(tmp);
    cout << endl;
    print_equivalence_classes(tmp);
}
if (!is_transitive(mat)) {
    transitive_closure(mat, tmp);
    cout << "---------- 추이 폐포 변환 후 matrix:" << endl;
    print_matrix(tmp);
    cout << endl;
    print_equivalence_classes(tmp);
}
```

- 반사폐포는 i->i 를 갈 수 있게 바꾼다.

```
void reflexive_closure(int in[][n], int out[][n]) {
    copy_mat(out, in);
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        out[i][i] = 1;
    }
}
```

- 대칭폐포는 i->j로 갈 수 있다면 j->i로도 갈 수 있게 바꾼다.

```
void symmetric_closure(int in[][n], int out[][n]) {
    copy_mat(out, in);
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        for (int j = 0; j < n; j++) {
            if (in[i][j] == 1) {
                out[j][i] = 1;
            }
        }
    }
}
```

- 추이폐포는 i->k로 갈 수 있고 k->j로도 갈 수 있다면
- i->j로도 갈 수 있게 바꾼다.
- for문 순서가 중요하다. 해당 방법은 플로이드 와샬 알고리즘이다.

```
void transitive_closure(int in[][n], int out[][n]) {
    copy_mat(out, in);
    for (int k = 0; k < n; k++) {
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            for (int j = 0; j < n; j++) {
                if (out[i][k] == 1 && out[k][j] == 1) {
                    out[i][j] = 1;
                }
            }
        }
    }
}
```

- 각 폐포를 적용한 뒤 origin 과 동일하게
- print_equivalence_classes를 사용하여
- 동치인지
- 동치라면 동치류를 출력하게 한다.

```
void print_equivalence_classes(int mat[][n]) {
    if (is_reflexive(mat) && is_symmetric(mat) && is_transitive(mat)) {
        cout << "동치 관계." << endl;
        vector<vector<int>> als = all_equivalence_classes(mat);
        for (int i = 0; i < als.size(); i++) {
            cout << "동치류 " << i + 1 << ": ";
            for (auto j: als[i]) {
                cout << j << " ";
            }
            cout << endl;
        }
        cout << endl;

        vector<int> tmp;
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            cout << i + 1 << "의 동치류: ";
            for (auto j: equivalence_classes(i, mat)) {
                cout << j << ' ';
            }
            cout << endl;
        }

    } else {
        cout << "동치 관계가 아님." << endl;
    }
    cout << endl;
}
```

- 1. 관계 행렬 입력 기능

```
matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: 2
1 1 1 0 0
 1 0 0
 1 0 0
 0 1 1
 0 1 1
```

```
cout << "matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: ";
int opt;
cin >> opt;
int mat[n][n];
srand(time(NULL));
for (int i = 0; i < n; i++) {
    for (int j = 0; j < n; j++) {
        if (opt == 2)cin >> mat[i][j];
        else mat[i][j] = rand() % 2;
    }
}
cout << "_____ origin matrix:" << endl;
print_matrix(mat);
cout << endl;
```

- 2. 동치 관계 판별 기능 - 코드는 위에서 설명완료.

```
void print_equivalence_classes(int mat[][n]) {
    if (is_reflexive(mat) && is_symmetric(mat) && is_transitive(mat)) {
        cout << "동치 관계." << endl;
        vector<vector<int>> als = all_equivalence_classes(mat);
        for (int i = 0; i < als.size(); i++) {
            cout << "동치류 " << i + 1 << ": ";
            for (auto j: als[i]) {
                cout << j << " ";
            }
            cout << endl;
        }
        cout << endl;

        vector<int> tmp;
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            cout << i + 1 << "의 동치류: ";
            for (auto j: equivalence_classes(i, mat)) {
                cout << j << ' ';
            }
            cout << endl;
        }

    } else {
        cout << "동치 관계가 아님." << endl;
    }
    cout << endl;
}
```

```
--------- origin
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
0 0 0 1 1
0 0 0 1 1

동치 관계.
```

- 3. 동치 관계일 경우 동치류 출력 기능
- 코드 내부 함수는 위에서 설명 완료

```
cout << "동치 관계." << endl;
vector<vector<int>> als = all_equivalence_classes(mat);
for (int i = 0; i < als.size(); i++) {
    cout << "동치류 " << i + 1 << ": ";
    for (auto j: als[i]) {
        cout << j << " ";
    }
    cout << endl;
}
cout << endl;

vector<int> tmp;
for (int i = 0; i < n; i++) {
    cout << i + 1 << "의 동치류: ";
    for (auto j: equivalence_classes(i, mat)) {
        cout << j << ' ';
    }
    cout << endl;
}
```

```
동치 관계.
동치류 1: 1 2 3
동치류 2: 4 5

1의 동치류: 1 2 3
2의 동치류: 1 2 3
3의 동치류: 1 2 3
4의 동치류: 4 5
5의 동치류: 4 5
```

- 4. 폐포 구현 기능

```
---------- 추이 폐포 변환 후 matrix:
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1

동치 관계.
동치류 1: 1 2 3 4 5

1의 동치류: 1 2 3 4 5
2의 동치류: 1 2 3 4 5
3의 동치류: 1 2 3 4 5
4의 동치류: 1 2 3 4 5
5의 동치류: 1 2 3 4 5
```

```
---------- 대칭 폐포 변환 후 matrix:
0 0 1 1 0
0 0 1 0 1
1 1 0 1 0
1 0 1 0 1
0 1 0 1 0

동치 관계가 아님.
```

```
---------- 반사 폐포 변환 후 matrix:
1 0 1 1 0
0 1 1 0 0
1 0 1 1 0
1 0 0 1 1
0 1 0 0 1

동치 관계가 아님.
```

- 4. 폐포 구현 기능

- 코드 내용은
- 동일하게
- 위에서
- 설명 완료.

```
int tmp[n][n];
if (!is_reflexive(mat)) {
    reflexive_closure(mat, tmp);
    cout << "———————— 반사 폐포 변환 후 matrix:" << endl;
    print_matrix(tmp);
    cout << endl;
    print_equivalence_classes(tmp);
}
if (!is_symmetric(mat)) {
    symmetric_closure(mat, tmp);
    cout << "———————— 대칭 폐포 변환 후 matrix:" << endl;
    print_matrix(tmp);
    cout << endl;
    print_equivalence_classes(tmp);
}
if (!is_transitive(mat)) {
    transitive_closure(mat, tmp);
    cout << "———————— 추이 폐포 변환 후 matrix:" << endl;
    print_matrix(tmp);
    cout << endl;
    print_equivalence_classes(tmp);
}
```

- 5. 추가기능
- 입력한 옵션이 1이라면 c++ rand함수로 랜덤 matrix으로 설정, srand(time)으로 실행할 때마다 랜덤하게 설정.

```
cout << "matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: ";
int opt;
cin >> opt;
int mat[n][n];
srand(time(NULL));
for (int i = 0; i < n; i++) {
    for (int j = 0; j < n; j++) {
        if (opt == 2)cin >> mat[i][j];
        else mat[i][j] = rand() % 2;
    }
}
```

```
matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: 1
---------- origin matrix:
0 0 1 1 0
0 0 1 0 0
1 0 0 1 0
1 0 0 0 1
0 1 0 0 0

동치 관계가 아님.
```

```
matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: 1
---------- origin matrix:
1 1 0 1 1
0 1 1 0 1
1 1 0 0 1
0 0 1 1 0
1 0 1 1 0

동치 관계가 아님.

---------- 반사 폐포 변환 후 matrix:
1 1 0 1 1
0 1 1 0 1
1 1 1 0 1
0 0 1 1 0
1 0 1 1 1

동치 관계가 아님.

---------- 대칭 폐포 변환 후 matrix:
1 1 1 1 1
1 1 1 0 1
1 1 0 1 1
1 0 1 1 1
1 1 1 1 0

동치 관계가 아님.

---------- 추이 폐포 변환 후 matrix:
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1
1 1 1 1 1

동치 관계.
동치류 1: 1 2 3 4 5

1의 동치류: 1 2 3 4 5
2의 동치류: 1 2 3 4 5
3의 동치류: 1 2 3 4 5
4의 동치류: 1 2 3 4 5
5의 동치류: 1 2 3 4 5
```

```
matrix 자동 생성 1 or 수동 입력 2: 2
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
0 0 0 1 1
0 0 0 1 1
---------- origin matrix:
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
1 1 1 0 0
0 0 0 1 1
0 0 0 1 1

동치 관계.
동치류 1: 1 2 3
동치류 2: 4 5

1의 동치류: 1 2 3
2의 동치류: 1 2 3
3의 동치류: 1 2 3
4의 동치류: 4 5
5의 동치류: 4 5
```

github

- https://github.com/jjthis/adjacencyMatrix/blob/main/main.cpp