**БГУИР**

**Кафедра ИИТ**

**Отчет по лабораторной работе №3**

**Тема: «Алгоритмы операций над соответствиями и их реализация»**

Выполнил:

Студенты группы 421702 Мяло В. В.

Сечейко Н. В.

Перерва П. Д.

Проверил:

Рудьман И.О.

Минск

2024

**Цель работы:**

Научиться составлять алгоритмы выполнения операций над соответствиями.

**Задача:**

Выполнить все основные операции над соответствиями.

**Уточнение постановки задачи:**

Ограничения на элементы соответствия (множеств и графиков): элементы должны быть целыми числами в диапазоне [-2³¹; 2³¹-1]. Ограничений на область определения и область значений нет.

**Определения и понятия, использовавшиеся в ходе выполнения работы:**

1. Соответствием между множествами X и Y будем называть тройку объектов:

Г=<Х, Y, G>, где X — область отправления соответствия, Y — область прибытия соответствия, G — график соответствия, причём G⊆X×Y.

2. Областью определения соответствия будем называть пр₁G.

3. Областью значений соответствия будем называть пр₂G.

4. Соответствие называется всюду определённым, если пр₁G=X.

5. Соответствие называется сюръективным, если пр₂G = Y.

6. Соответствие будем называть функциональным, или функцией, если его график не содержит пар с одинаковыми первыми и различными вторыми

координатами.

7. Соответствие называется инъективным, если его график не содержит пар с одинаковыми вторыми и различными первыми координатами.

8. Соответствие называется отображением X в Y, если оно всюду определено и функционально.

9. Соответствие называется отображением X на Y, если оно всюду определено, функционально и сюръективно.

10. Соответствие называется взаимно однозначным, если оно функционально и инъективно.

11. Соответствие называется биекцией, если оно всюду определено, сюръективно, функционально и инъективно.

12. Образом множества А при данном соответствии называется множество Г(В)={у|(х,у)∈G и х∈А}.

13. Прообразом множества В при данном соответствии называется множество Г⁻¹(В) = {х|(х,у)∈G и у∈В}.

14. Объединением соответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P> называют соответствие Г1∪Г2=<X∪M, Y∪N, G∪P>.

15. Пересечением соответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P> называют соответствие Г1∩ Г2=<X∩M, Y∩N, G∩P>.

16. Разностьюсоответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P> называют соответствие Г1\Г2=<X\M, Y\N, G\P>.

17. Инверсиейсоответствия Г=<X, Y, G> является соответствие Г⁻¹, такое, что множество Y является областью отправления соответствия Г⁻¹; множество X является областью прибытия соответствия Г⁻¹, а график соответствия G⁻¹

является инверсией графика G соответствия Г. Г⁻¹=<Y, X, G⁻¹>

18. Композицией (произведением) соответствий Г1 и Г2 называют соответствие Г1·Г2=<X, N, G·P>. Поясним построение композиции двух соответствий. Областью отправления является область отправления Г1, областью прибытия – область прибытия Г2, а графиком – композиция графиков G и P.

**Алгоритм реализации операций:**

1. Объединение соответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P>.

1.1. Создаем новое соответствие R. В нём:

1.1.1. Областью отправления соответствия R будет являться объединение областей отправления соответствий Г1 и Г2 (X∪M). Более подробное описание алгоритма нахождения объединения множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 1.

1.1.2. Областью прибытия соответствия R будет являться объединение областей прибытия соответствий Г1 и Г2 (Y∪N). Более подробное описание алгоритма нахождения объединения множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 1.

1.1.3. Графиком соответствия R будет являться объединение графиков соответствий Г1 и Г2 (G∪P). Более подробное описание алгоритма нахождения объединения множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 1.

1.2. Объединение соответствий Г1∪Г2 найдено.

2. Пересечение соответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P>.

2.1. Создаем новое соответствие R. В нём:

2.1.1. Областью отправления соответствия R будет являться пересечение областей отправления соответствий Г1 и Г2 (X∩M). Более подробное описание алгоритма нахождения пересечения множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 2.

2.1.2. Областью прибытия соответствия R будет являться пересечение областей прибытия соответствий Г1 и Г2 (Y∩N). Более подробное описание алгоритма нахождения пересечения множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 2.

2.1.3. Графиком соответствия R будет являться пересечение графиков соответствий Г1 и Г2 (G∩P). Более подробное описание алгоритма нахождения пересечения множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 2.

2.2. Пересечение соответствий Г1∩Г2 найдено.

3. Разность соответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P>.

3.1. Создаем новое соответствие R. В нём:

3.1.1. Областью отправления соответствия R будет являться разность областей отправления соответствий Г1 и Г2 (X\M). Более подробное описание алгоритма нахождения разности множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 3.

3.1.2. Областью прибытия соответствия R будет являться разность областей прибытия соответствий Г1 и Г2 (Y\N). Более подробное описание алгоритма нахождения разности множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 3.

3.1.3. Создадим график G’, который будет являться разностью графиков соответствий Г1 и Г2 (G\P). Более подробное описание алгоритма нахождения разности множеств — см. отчёт по лабораторной работе №1, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 3.

3.1.4. Берём пару <a, b> графика G’. Далее см. п. 3.1.4.2.

3.1.4.1. Берём следующую пару <a, b> графика G’.

3.1.4.2. Если a есть в области отправления соответствия R и b есть в области прибытия соответствия R, то пара <a, b> будет принадлежать графику соответствия R. Добавляем её в этот график. Более подробное описание алгоритма проверки наличия элемента в множестве — см. отчёт по лабораторной работе №2, раздел «Алгоритмы для упрощения реализации программы», п. 2.

3.2. Разность соответствий Г1\Г2 найдена.

4. Инверсия соответствия Г=<X, Y, G>.

4.1. Создаем новое соответствие R. В нём:

4.1.1. Областью отправления соответствия R будет являться область прибытия соответствия Г (т. е. Y).

4.1.2. Областью прибытия соответствия R будет являться область отправления соответствия Г (т. е. X).

4.1.3. Графиком соответствия R будет являться инверсия графика соответствия Г (т. е. G⁻¹). Более подробное описание алгоритма нахождения инверсии графика — см. отчёт по лабораторной работе №2, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 1.

4.2. Инверсия соответствия Г найдена.

5. Композиция соответствий Г1=<X, Y, G> и Г2=<M, N, P>.

5.1. Создаем новое соответствие R. В нём:

5.1.1. Областью отправления соответствия R будет являться область отправления соответствия Г1 (т. е. X).

5.1.2. Областью прибытия соответствия R будет являться область прибытия соответствия Г2 (т. е. N).

5.1.3. Графиком соответствия R будет являться композиция графиков соответствий Г1 и Г2 (G·P). Более подробное описание алгоритма нахождения композиции графиков — см. отчёт по лабораторной работе №2, раздел «Алгоритм реализации операций», п. 4.

5.2. Композиция соответствий Г1·Г2 найдена.

6. Нахождение образа множества A при соответствии Г=<X, Y, G>.

6.1. Создаём множество B, в котором в будущем будет помещён результат выполнения операции нахождения образа множества A при соответствии Г.

6.2. Берем пару <x, y> графика G. Далее см. п. 6.2.2.

6.2.1. Берем следующую пару <x, y> графика G.

6.2.2. Если элемент x пары был найден в множестве A, то добавляем элемент y пары в множество B (если этот элемент не был добавлен в множество B раннее). Более подробное описание алгоритма проверки наличия элемента в множестве — см. отчёт по лабораторной работе №2, раздел «Алгоритмы для упрощения реализации программы», п. 2.

6.2.3. Если пара <x, y> является последней парой в графике G, то см. п. 6.3. Иначе см. п. 6.2.1.

6.3. Образ множества A при соответствии Г найден.

7. Нахождение прообраза множества B при соответствии Г=<X, Y, G>.

7.1. Создаём множество A, в котором в будущем будет помещён результат выполнения операции нахождения прообраза множества B при соответствии Г.

7.2. Берем пару <x, y> графика G. Далее см. п. 7.2.2.

7.2.1. Берем следующую пару <x, y> графика G.

7.2.2. Если элемент y пары был найден в множестве B, то добавляем элемент x пары в множество A (если этот элемент не был добавлен в множество А раннее). Более подробное описание алгоритма проверки наличия элемента в множестве — см. отчёт по лабораторной работе №2, раздел «Алгоритмы для упрощения реализации программы», п. 2.

7.2.3. Если пара <x, y> является последней парой в графике G, то см. п. 7.3. Иначе см. п. 7.2.1.

7.3. Прообраз множества A при соответствии Г найден.

**Алгоритм выполнения программы:**

1. Сначала пользователю предоставляется право выбрать операцию.

1.1. Если была выбрана несуществующая операция, программа переходит к пункту 6.

2. Далее, в зависимости от операции, пользователю будет необходимо ввести данные для выполнения выбранной им операции.

3. Затем происходит обработка введенного пользователем требования.

4. Результат выполнения выбранной пользователем операции выводится в консоль.

5. Затем программа возвращается к пункту 1.

6. Программа завершает свою работу.

**Вывод:**

В ходе выполнения данной лабораторной работы я научился составлять алгоритм выполнения некоторых операций над соответствиями и сделал это, использовав для этих целей язык программирования C++.