



**Eötvös Loránd University**

Faculty of Informatics

Dept. of Computer Algebra

# **General Predicate Testing**

Kovács Attila  
Professor, Ph.D.

Andi Péter  
Computer Science MSc

Budapest, 2023

# Contents

1	Introduction .....	3
1.1	Common testing practices .....	3
1.2	Test case generation .....	4
2	Other test case generation methods .....	6
2.1	Equivalence Partitioning .....	6
2.2	Boundary Value Analysis .....	6
2.3	Random testing .....	6
3	Intervals .....	7
3.1	Simple Intervals .....	7
3.2	Multiintervals .....	7
4	GPT Algorithm .....	8
4.1	BVA in GPT (in, inin, on, off out) .....	8
4.1.1	Converting conditions to intervals .....	8
4.1.2	Extending BVA .....	8
4.1.3	Equivalence Partitioning in GPT .....	8
4.1.4	Test case generation in GPT .....	9
4.2	Hierarchical GPT .....	9
5	GPT Lang .....	10
5.1	Parser .....	10
5.2	AST, IR .....	10
6	Graph Reduction .....	11
6.1	Why even graph reduce .....	11
6.2	MONKE .....	11
6.3	Least Losing Nodes .....	11
6.4	Least Losing Edges .....	11
7	Code architecture .....	12
7.1	Rust .....	12
7.2	Frontend app, webassembly .....	12
8	Future improvement ideas .....	13
	Bibliography .....	14

## 1 Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

### 1.1 Common testing practices

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

## 1.2 Test case generation

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defensa et collaudata est, cum id, quod maxime placeat,

facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem. Ut enim aequaleam animo, cum corpore dolemus, fieri tamen permagna accessio potest, si aliquod aeternum et infinitum impendere malum nobis opinemur. Quod idem licet transferre in voluptatem, ut postea variari voluptas distinguere possit, augeri amplificarique non possit. At etiam Athenis, ut e patre audiebam facete et urbane Stoicos irridente, statua est in quo a nobis philosophia defenda et collaudata est, cum id, quod maxime placeat, facere possimus, omnis voluptas assumenda est, omnis dolor repellendus. Temporibus autem quibusdam et.

## **2 Other test case generation methods**

### **2.1 Equivalence Partitioning**

### **2.2 Boundary Value Analysis**

### **2.3 Random testing**

## **3 Intervals**

### **3.1 Simple Intervals**

### **3.2 Multiintervals**

## 4 GPT Algorithm

**TODO:** Explain precision **TODO:** In this doc when we refer to intervals, we could mean multiintervals, for the sake of simplicity.

### 4.1 BVA in GPT (in, inin, on, off out)

#### 4.1.1 Converting conditions to intervals

In GPT we create intervals from conditions, similar to Equivalence Partitioning.

*Example:* For the condition  $x < 10$ , we create the interval  $(-\infty, 10)$

**TODO:** Explain the condition  $\rightarrow$  to interval process

An interesting case happens, when we take the not equal to condition. For  $x \neq 10$  we have to generate a multiinterval, because the values  $x$  could take is  $(-\infty, 10) (10, \infty)$ .

#### 4.1.2 Extending BVA

Now that we have intervals to work with, we should generate the possible test values. In normal BVA we would pick single points from the intervals. GPT extends this in two ways:

1. We don't pick single values, but the the largest possible intervals. This will be helpful, when in the end we try to reduce the number of test cases, we can see the overlap between different test cases.
2. We not only look at the minimum and maximum possible acceptable value, but more. We look at not acceptable values and test that our implementation properly fails for those. **TODO:** This might be covered in BVA, further investigation needed.

**TODO:** Actually, GPT is an implementation of BVA with some extra functionalities, right?

#### 4.1.3 Equivalence Partitioning in GPT

In BVA the equivalence partitions for  $[1, 10)$  would be  $(-\infty, 1) [1, 10) [10, \infty)$

In GPT we have more equivalence partitions. **TODO:** Explain why

- **In:** The interval of the acceptable values. In case of Open ends we step one with the precision to make it closed. Unbounded parts remain unbounded.

*Example:*  $[1, 10)$  will have the In of  $[1, 9.99]$

*Example:*  $(-\infty, 10]$  will have the In of  $(-\infty, 10]$

- **InIn:** One step of precision inside In.

*Example:*  $[1, 10)$  will have the InIn of  $[1.01, 9.98]$

*Example:*  $(-\infty, 10]$  will have the InIn of  $(-\infty, 9.99]$



- **On:** First possible acceptable values from the edges. These are single points, the endpoints of In. Unbounded edges have no On points. If the interval is a single point there will only be one On point.

*Example:*  $[1, 10)$  will have the On points of  $[1, 1]$   $[9.99, 9.99]$

*Example:*  $(-\infty, 10]$  will have the On point of  $[9.99, 9.99]$

- **Off:** First not acceptable values from the edges. One step outside the edges of In. Unbounded edges have no Off points.

*Example:*  $[1, 10)$  will have the Off points of  $[0.99, 0.99]$   $[10, 10]$

*Example:*  $(-\infty, 10]$  will have the Off point of  $[10.01, 10.01]$

- **Out:** Not acceptable values, except for the Off points. The complement of the In interval, stepped one, to exclude the Off points.

*Example:*  $[1, 10)$  will have the Out interval of  $(-\infty, 0.98]$   $[10.01, \infty)$

*Example:*  $(-\infty, 10]$  will have the Off interval of  $[10.01, \infty)$

**TODO:** Here the In interval and On points are overlapping, why the “duplication”? Because in GPT when we create the Off and Out intervals we only do it for one variable in a test case. That way we only test that that variable is handled correctly in the logic. All the other variables will have the In intervals, so they are accepted.

For multiintervals we use the same equivalence partitioning technique. We calculate the partition for all the intervals inside the multiinterval and create a multiinterval out of the partitions.

#### 4.1.4 Test case generation in GPT

### 4.2 Hierarchical GPT

## **5 GPT Lang**

### **5.1 Parser**

### **5.2 AST, IR**

## **6 Graph Reduction**

### **6.1 Why even graph reduce**

### **6.2 MONKE**

### **6.3 Least Losing Nodes**

### **6.4 Least Losing Edges**

## **7 Code architecture**

### **7.1 Rust**

### **7.2 Frontend app, webassembly**

## **8 Future improvement ideas**

## **Bibliography**