

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

Інститут **КНІТ**  
Кафедра **ПЗ**

**ЗВІТ**

До лабораторної роботи № 9

На тему: *“НЕЛІНІЙНІ СТРУКТУРИ ДАНИХ: ЧЕРВОНО-ЧОРНІ ДЕРЕВА ”*

З дисципліни: “Алгоритми та структури даних”

**Лектор:**

доцент кафедри ПЗ  
Коротєєва Т.О.

**Виконав:**

студент групи ПЗ-22  
Коваленко Д.М.

**Прийняв:**

асистент кафедри ПЗ  
Франко А.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.  
 $\Sigma$  = \_\_\_\_\_

**Тема.** НЕЛІНІЙНІ СТРУКТУРИ ДАНИХ: ЧЕРВОНО-ЧОРНІ ДЕРЕВА .

**Мета.** ознайомитися з червоно-чорними деревами та отримати навички програмування алгоритмів, що їх обробляють. .

## Лабораторне завдання

Розробити програму, яка:

1. читає з клавіатури ключі  $N$ ,  $M$  (цілі, дійсні або символи залежно від варіанту завдання);
  2. програма зберігає першу послідовність до червоно-чорного дерева;
  3. кожного разу, коли до дерева додається новий елемент, потрібно вивести статистику (згідно з варіантом завдання);
  4. після побудови дерева для кожного елемента другої послідовності  $M$  потрібно вивести результати наступних операцій над деревом:
    1. Чи є елемент у дереві та його колір?
    2. Нащадок (нащадки) та його (їх) колір.
    3. Батько та його колір.
- Варіант 2:  $N$ ,  $M$  – дійсні; мінімальний елемент та його колір; батько та його колір.

## Теоретичні відомості

Дерева як засіб реалізації словників ефективні, якщо їх висота мала, але мала висота не гарантується, і в гіршому випадку дерева не більш ефективні, ніж списки. Червоно-чорні дерева – це один з типів збалансованих дерев пошуку, в яких передбачені операції балансування гарантують, що висота дерева не перевищить  $O(\log N)$ .

Червоно-чорне дерево (red-black tree) – це двійкове дерево пошуку, вершини якого розділені на червоні (red) і чорні (black). Таким чином, кожна вершина зберігає один додатковий біт – її колір.

При цьому повинні виконуватися певні вимоги, які гарантують, що глибина будь-яких двох листків дерева відрізняється не більше, ніж у два рази, тому дерево можна назвати збалансованим (balanced).

Кожна вершина червоно-чорного дерева має поля color (колір), key (ключ), left (лівий нащадок), right (правий нащадок) і p (предок). Якщо у вершини відсутній нащадок або предок, відповідне поле містить значення nil. Для зручності ми будемо вважати, що значення nil, які зберігаються в полях left і right, є посиланнями на додаткові (фіктивні) листки дерева. При такому заповненні дерева кожна вершина, що містить ключ, має двох нащадків.

Двійкове дерево пошуку називається червоно-чорним деревом, якщо воно має такі властивості (будемо називати їх RB-властивостями, red-black properties):

## Хід роботи

```
mod rbtree;  
  
use rbtree::RBTree;  
  
use eframe::egui::{  
    self,  
    text_edit::TextEdit,  
};  
use egui_extras::{Size, TableBuilder};  
  
fn main() {  
    let options = eframe::NativeOptions::default();  
    eframe::run_native(  
        "Stack",  
        options,  
        Box::new(|_cc| Box::new(App::default())),  
    ),  
}
```

```

    );
}

struct App {
    n: String,
    m: String,
    min: Option<usize>,
    v_to_find: String,
    found_key: Option<usize>,
    ntree: RBTree<usize, f32>,
    mtree: RBTree<usize, f32>,
}

impl Default for App {
    fn default() -> Self {
        Self {
            n: String::new(),
            m: String::new(),
            min: None,
            v_to_find: String::new(),
            found_key: None,
            ntree: RBTree::new(),
            mtree: RBTree::new(),
        }
    }
}

impl eframe::App for App {
    fn update(&mut self, ctx: &egui::Context, _frame: &mut eframe::Frame) {
        egui::CentralPanel::default().show(ctx, |ui| {
            ui.heading("Red Black Tree");
            ui.horizontal(|ui| {
                if ui.button("Add").clicked() {
                    if let Ok(v) = self.n.parse::<f32>() {
                        if let Some(l) = self.ntree.get_last() {
                            self.ntree.insert(l.0 + 1, v);
                        } else {
                            self.ntree.insert(0, v);
                        }
                    }
                }
                let mut min = f32::MAX;
                for (&k, &v) in self.ntree.iter() {
                    if v < min {
                        min = v;
                        self.min = Some(k);
                    }
                }
            })
            ui.add(TextEdit::singleline(&mut self.n)
                .hint_text("N")
                .desired_width(100.0)
            );
            ui.horizontal(|ui| {
                if let Some(min) = self.min {
                    ui.label(format!("Min: {}", self.ntree.get(&min).unwrap()));
                    ui.label(format!("Min Color: {:?}", self.ntree.color(min)));
                    if let Some(parent) = self.ntree.parent(min) {
                        ui.label(format!("Min Parent: {}", self.ntree.get(&parent).unwrap()));
                        ui.label(format!("Min Parent Color: {:?}", self.ntree.color(parent)));
                    }
                }
            })
        });
    }
}

```

```

    }
  });
  ui.horizontal(|ui| {
    if ui.button("Add").clicked() {
      if let Ok(v) = self.m.parse::<f32>() {
        if let Some(l) = self.mtree.get_last() {
          self.mtree.insert(1.0 + 1, v);
        } else {
          self.mtree.insert(0, v);
        }
      }
    }
    ui.add(TextEdit::singleline(&mut self.m)
      .hint_text("M")
      .desired_width(100.0)
    );
  });
  ui.horizontal(|ui| {
    if ui.button("Find").clicked() {
      if let Ok(v_to_find) = self.v_to_find.parse::<f32>() {
        for (&k, &v) in self.mtree.iter() {
          if v == v_to_find {
            self.found_key = Some(k);
            break;
          }
        }
      }
    }
    ui.add(TextEdit::singleline(&mut self.v_to_find)
      .hint_text("Find")
      .desired_width(100.0)
    );
    ui.label(format!("Found: {}", self.found_key.is_some()));
  });
  if let Some(found) = self.found_key {
    if let Some(left) = self.mtree.left(found) {
      ui.horizontal(|ui| {
        ui.label(format!("Left: {}", self.mtree.get(&left).unwrap()));
        ui.label(format!("Color: {:?}", self.mtree.color(left)));
      });
    }
    if let Some(right) = self.mtree.right(found) {
      ui.horizontal(|ui| {
        ui.label(format!("Right: {}", self.mtree.get(&right).unwrap()));
        ui.label(format!("Color: {:?}", self.mtree.color(right)));
      });
    }
    if let Some(parent) = self.mtree.parent(found) {
      ui.horizontal(|ui| {
        ui.label(format!("Parent: {}", self.mtree.get(&parent).unwrap()));
        ui.label(format!("Color: {:?}", self.mtree.color(parent)));
      });
    }
  }
}
});
}
}

```

## Висновки

Під час виконання лабораторної роботи я ознайомився з червоно-чорними деревами та отримав навички програмування алгоритмів, що їх обробляють.