

B+ Tree

409410047 呂耀承 lyonlu13@gmail.com

使用的程式語言及版本

語言: C++

編譯器: g++ (Ubuntu 9.4.0-1ubuntu1~20.04) 9.4.0

開發過程中使用WSL進行測試

操作說明

若在Linux環境之下，可直接下達make指令編譯。Windows 環境下則只能編譯基礎版本：`g++ b_plus.cpp main.cpp -o main -g`

A. 基礎版本 main

僅使用終端機stdin/out

1. `$./main` 開啟程式
2. 輸入 order
3. 插入與刪除與投影片之格式相同
 - `+ <key>,<value>`
 - `- <key>`
4. 若輸入完畢，可送出任意字元(例如:q)以結束輸入，或在linux系統下ctrl+d

5. 結束後會顯示B+ Tree的內容，與投影片之格式相同

```
lyonlu13@DESKTOP-3SV5NRF:/mnt/d/OneDrive/學習資料/Database Systems/HW/hw5$ ./main
3
+ 2,two
+ 3,three
+ 5,five
+ 7,seven
+ 11,eleven
+ 17,seventeen
+ 19,nineteen
+ 23,twenty-three
+ 29,twenty-nine
+ 31,thirty-one
+ 9,nine
+ 10,ten
+ 8,eight
- 23
- 19
q
1: [7,10]
  1.1: [2,3,5]
    2: two
    3: three
    5: five
  1.2: [7,8,9]
    7: seven
    8: eight
    9: nine
  1.3: [10,11,17,29,31]
    10: ten
    11: eleven
    17: seventeen
    29: twenty-nine
    31: thirty-one
```

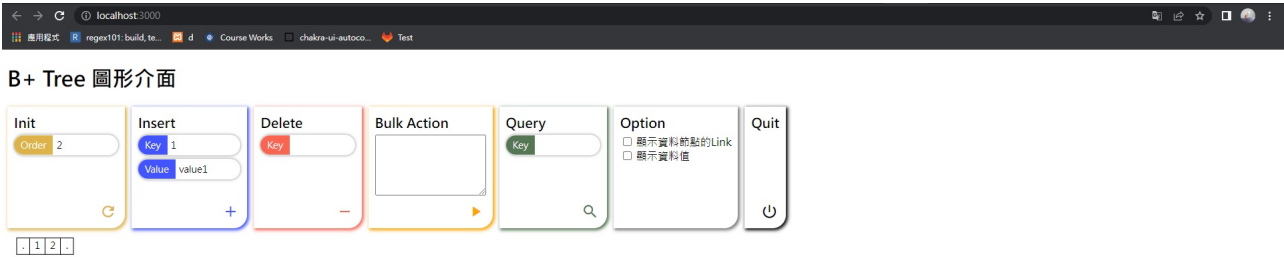
B. 圖形界面版本 gui

網頁圖形化界面。注意：僅支援Linux系統(可使用WSL)

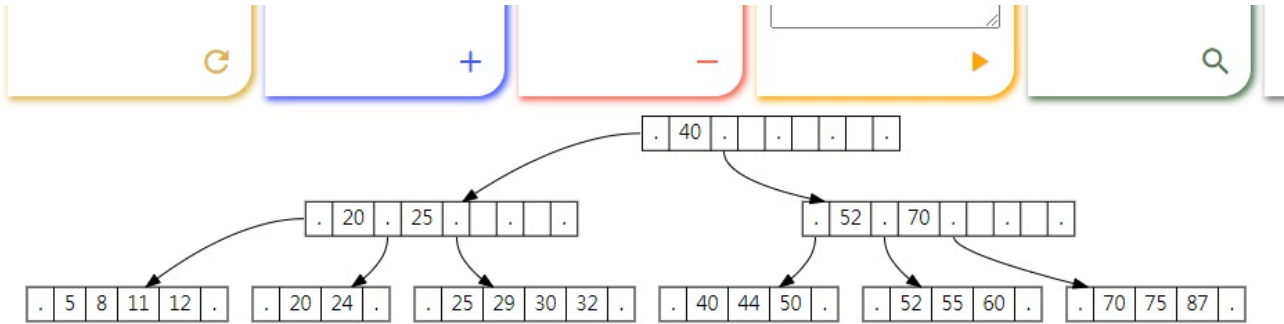
1. `$./gui` 開啟程式
2. 初始化 B+ Tree，輸入方式與基礎版本相同
3. 輸入完畢後可看到伺服器啟動提示

```
lyonlu13@DESKTOP-3SV5NRF:/mnt/d/OneDrive/學習資料/Database Systems/HW/hw5$ ./gui
2
+ 1,one
+ 2,two
q
GUI server at http://localhost:3000
```

4. 至瀏覽器輸入網址`localhost:3000`即可開啟介面，若通訊埠有衝突，需要麻煩助教修改原始碼 `gui.cpp` 中的 `svr.listen("localhost", 3000)`；再行編譯



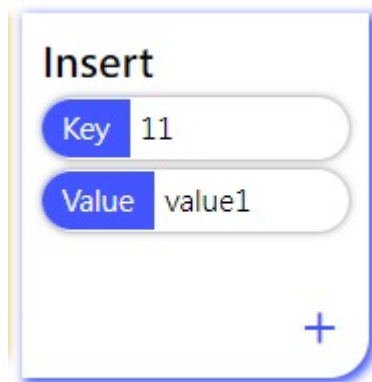
5. B+ Tree 圖形顯示在下方，可透過滑鼠縮放移動，某些操作會導致圖形偶爾會消失，為套件的bug，重整頁面即可恢復正常。



6. Init 區段可重製一顆指定order的tree，只需輸入order，並按下右下鍵即可。特殊功能：若order為-100，送出後程式會在終端機界面以投影片格式當前的B+ tree

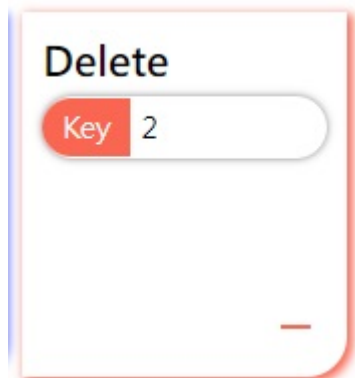


7. Insert 區段可插入資料，key必須為整數



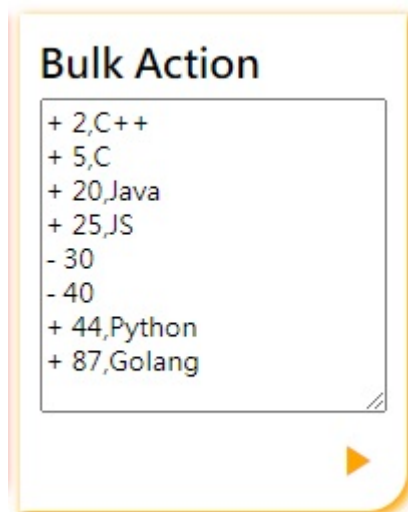
The Insert card has a blue border and a white background. It features a title "Insert" in bold black text. Below the title are two input fields: "Key" with a blue label and the value "11", and "Value" with a blue label and the value "value1". A blue plus sign icon is located at the bottom right corner.

8. Delete 區段可刪除資料，key必須為整數



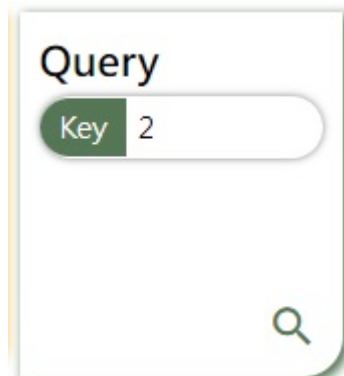
The Delete card has a red border and a white background. It features a title "Delete" in bold black text. Below the title is a single input field with a red label "Key" and the value "2". A red minus sign icon is located at the bottom right corner.

9. Bulk Action 區段可進行批量操作，輸入格式同標準輸入界面



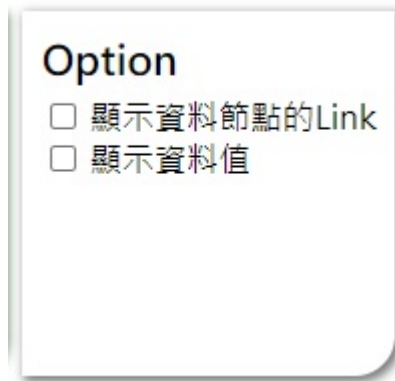
The Bulk Action card has an orange border and a white background. It features a title "Bulk Action" in bold black text. Below the title is a text area containing the following text: "+ 2,C++", "+ 5,C", "+ 20,Java", "+ 25,JS", "- 30", "- 40", "+ 44,Python", and "+ 87,Golang". An orange right-pointing triangle icon is located at the bottom right corner.

10. Query 區段可進行資料查詢，key必須為整數



The Query card has a green border and a white background. It features a title "Query" in bold black text. Below the title is a single input field with a green label "Key" and the value "2". A green magnifying glass icon is located at the bottom right corner.

11. Option 區段可調整繪圖選項，可選擇是否顯示資料值與雙向鏈結



12. Quit 區段可關閉GUI伺服器



參考

- <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/BTree.html> (觀察 B+ Tree 的行為)
- <http://ysangkok.github.io/js-clrs-btree/btree.html> (參考 graphviz 語法)

使用套件

- <https://github.com/yhirose/cpp-httpplib> (cpp-httpplib/HTTP 伺服器/c++)
- <https://d3js.org/> (D3.js/d3-graphviz的相依套件/js)
- <https://github.com/magjac/d3-graphviz> (d3-graphviz/繪圖套件, 用於輸出B+ Tree/js)
- https://developers.google.com/fonts/docs/material_icons (好看的 Icon)

Bonus

1. display功能以圖形呈現
 - 繪製出樹狀圖
 - 標記節點pointer與對應children
 - 可顯示雙向鏈結
 - 可顯示資料鍵與資料值
2. 圖形化的介面
 - 網頁介面, 透過http api與c++溝通
 - 初始化
 - 插入
 - 刪除
 - 批量操作(每次插入、刪除為獨立動作)
 - 資料查詢

- 繪圖選項
- 3. Delete merging、re-distribution
 - 當刪除後資料量(或key的數量) < order, 對節點進行合併與重新分配
- 4. 相同key之data的統整蒐集
 - 允許插入相同的key

伺服器API

GET /init?order=[order]

- 初始化一顆指定 order 的 B+ Tree

GET /insert?key=[key]&value=[value]

- 插入資料

GET /delete?key=[key]

- 刪除資料

GET /graph

- 獲取B+ tree 的 graphviz 語法

GET /query?key=[key]

- 尋找指定key所代表的資料

POST /bulk

- 批量操作
- 指令放在request body中

GET /stop

- 停止伺服器

insert、delete、graph、bulk, 都會回傳更新後的圖, 可附帶data、link參數以決定是否繪製資料值與雙向鏈結