Формулировка задачи

Реализовать библиотеку со следующими структурами данных в persistance-вариантах:

- массив (константное время доступа по индексу, переменная длина)
- двусвязный список
- ассоциативный массив (на основе hash-таблицы)

Требования:

- покрыть библиотеку компонентными тестами
- библиотека должна быть документирована и к ней должна быть автоматически сгенерирована документация
- единый API для всех структур
- реализовать универсальный undo-redo механизм для перечисленных структур
- реализовать более эффективное по скорости доступа представление структур данных, чем fat-node

Предполагаемое решение

Библиотека будет реализована на языке C++.Типизация будет осуществляться посредством template. Для сборки будет использоваться CMake. Генерировать документацию будем с помощью Doxygen.

Общий API

Collection undo() const
Collection redo() const
операции, изменяющие коллекцию, возвращают новую версию коллекции
итераторы пользователь может получить при помощи методов begin() end()

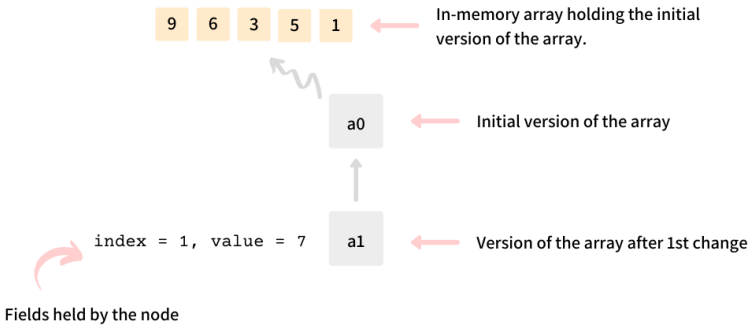
Undo/redo

При модификации в undo стек добавляется действие. Для оптимального хранения реализован персистентный стек.

Лучше чем fat node

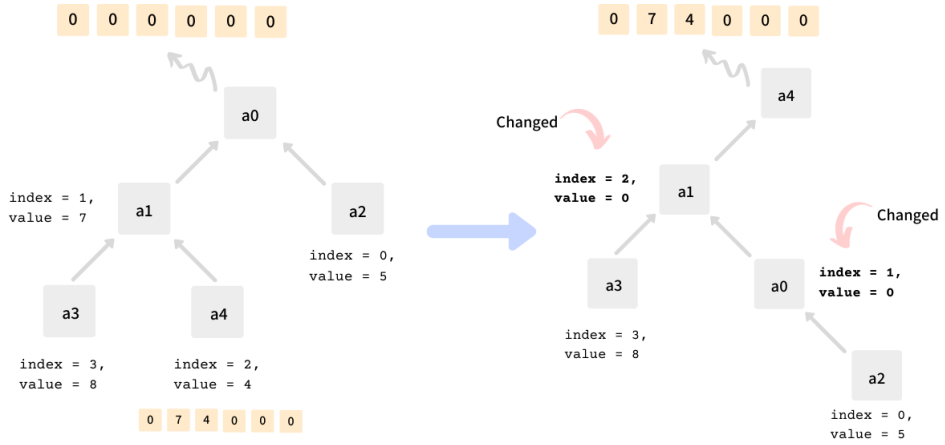
Массив

Для персистентного массива будет реализован алгоритм из статьи https://arpitbhayani.me/blogs/fully-persistent-arrays.
Будем хранить “корневой” массив root_arr, дерево изменений change_tree для него и массив версий ver_arr. В массиве версий будут храниться указатель на узел дерева изменений, соответствующий данной версии. Узел дерева изменений хранит “изменение”, которое было сделано в этой версии, и указатель на узел предшествующей версии.
При обновлении просто добавляем новый узел везде, при возврате значения пробегаем по change_tree с нужно узла до тех пор, пока не встретим изменение элемента с нужным индексом или не дойдём до корня.



Making first change to the array

Для того, чтобы get работал быстро, время от времени подвешиваем за новый корень.



Rerooting

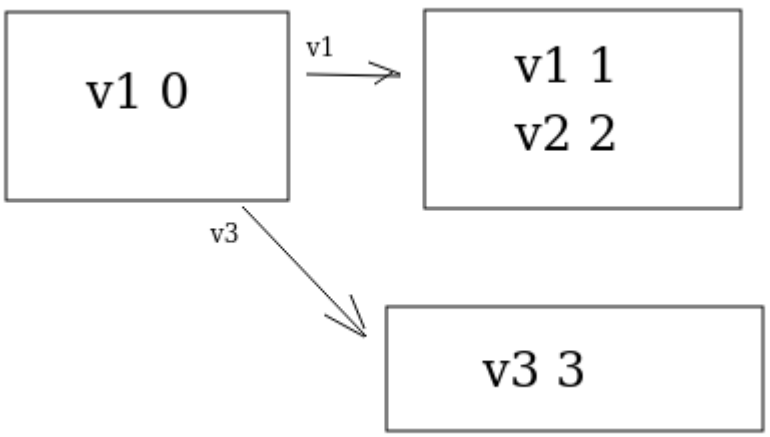
Список

Используем объединение fat node и copy-on-write. В каждой ноде хранится ограниченное число элементов, если нужно добавить ещё, создаётся новая нода.

Рассмотрим на примере. Дерево версий вот такое:

v1 {1, 2} - v2 {1, 3} - v3 {1, 4}

Ограничим “толщину” ноды до 2. Тогда схематично персистентный список будет храниться так:



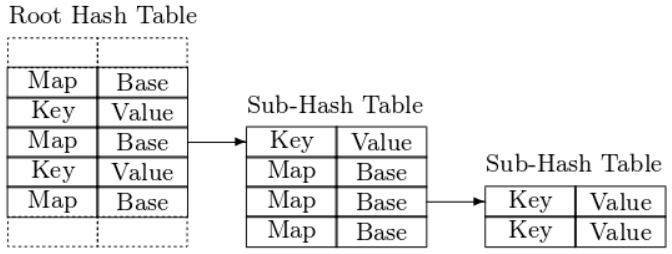
Здесь опущены стрелки “назад”.

Ограничиваем число значений в ноде, число указателей на следующую и на предыдущую ноду.

Одновременно с версией, которую надо добавить, добавляем версию, которая “отменяет” действие добавленной версии. Это нужно, чтобы можно добавлять не только к последней версии.

Подробнее этот метод описан в лекции ComputeScienceCenter https://www.youtube.com/watch?v=cSiiVofy2Tw. Там же объясняется, почему это эффективнее, чем fat node.

Ассоциативный массив
Для ассоциативного массива используется персистентная версия из статьи http://lampwww.epfl.ch/papers/idealhashtrees.pdf
Для поддержания персистентности в случае если при добавлении/удалении элемента структура была изменена, то создается копия для всей цепочки до самого корня (path copying). Поддержание персистентности реализовано по аналогии с реализации HAMT в стандартной библиотеке Clojure.



Календарный план

сроки	полученная функциональность	разделение ответственности
ноябрь	персистентные структуры данных	Галя - list Никита - array, map
12 декабря	undo/redo	Никита - общий механизм, встраивание его в array, map Галя - встраивание в list
18 декабря	компонентные тесты, документация	Галя - list Никита - array, map