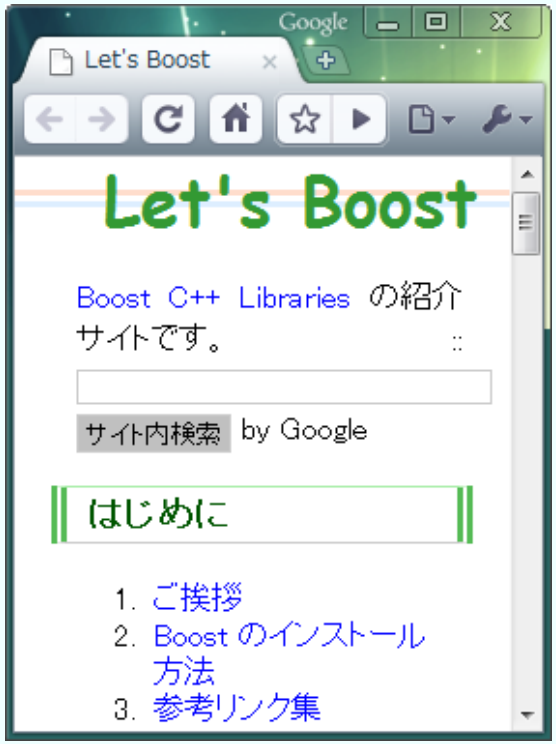
Boost.Intrusive
×
Boost.MultiIndex

k.inaba (稲葉一浩)
http://www.kmonos.net/

Boost.勉強会 Dec 12, 2009

k. inaba といいます

こんなことやってます↓



今日お話したい内容

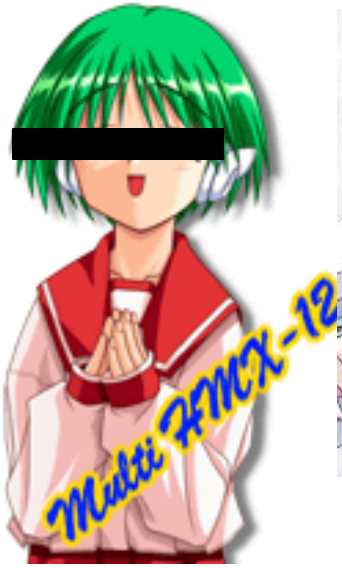
「僕は

データ構造

が好きです」

Boostの すごい データ構造 その1

Boost.MultiIndex

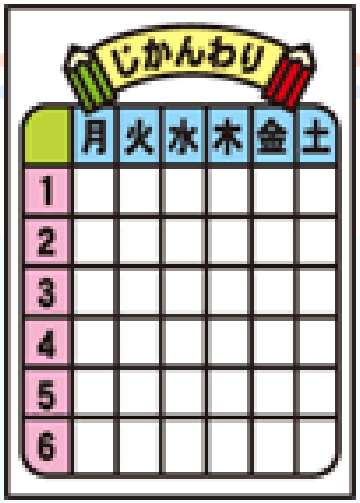


日本語で言うと

Multi：複数の

Index：索引

お題：今日の発表リスト




```
#include <list>

struct Presen {
   string twitterID; // ツイッターID
   string hatenaID;  // はてなID
   string title;     // 発表題目
};
std::list<Presen> timeTable;
```

お題：今日の発表リスト作ろう

```
#include <boost/assign.hpp>

timeTable += Presen(
    “cpp_akira”,
    “faith_and_brave”,
    “Boostライブラリー週の旅”
);
```

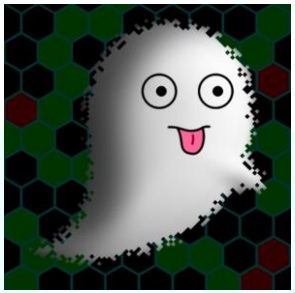
お題：今日の発表リスト作ろう

```
timeTable += Presen(
    “kinaba”,
    “cafelier”,
    “Boost.MultiIntrusivedex”
);
```

お題：今日の発表リスト作ろう

```
timeTable += Presen(
    “melponn”,
    “melpon”,
    “Boost.Coroutine”
);

...以下略...
```

作ったデータを使おう！



さんの発表タイトルってなんだったっけ？

```
twid_to_title(
    timeTable,
    “DecimalBloat”
) ==“Boost.Preprocessor”
```

こうだ！

```
#include <boost/foreach.hpp>

string twid_to_title(tt, id)
{
  BOOST_FOREACH(Presen& p, tt)
     if( p.twitterID == id )
        return p.title;
  throw std::out_of_range(id);
}
```

こうだ！

```
#include <boost/foreach.hpp>

string tweet_title(tt, id)
{
    BOOST_FOREACH(const Tweet& p, tt)
        if( p.tweetID == id )
            return p.title;
    throw std::out_of_range(id);
}
```

Boost 勉強会 発表者

未来予測

○年後	西暦	~~モデギャル~~人数	類似の数
1	2010	28	魔法先生
2	2011	56	AKB48
3	2012	112	株式会社
4	2013	224	東方pro
5	2014	448	ポケモン

29	2038	7,516,192,768	世界人口
30	2039	15,032,385,536	
31	2040	30,064,771,072	

発表者

300億人に

スケールするには？

データ構造を変えれば

- std::set なら、検索が速い！

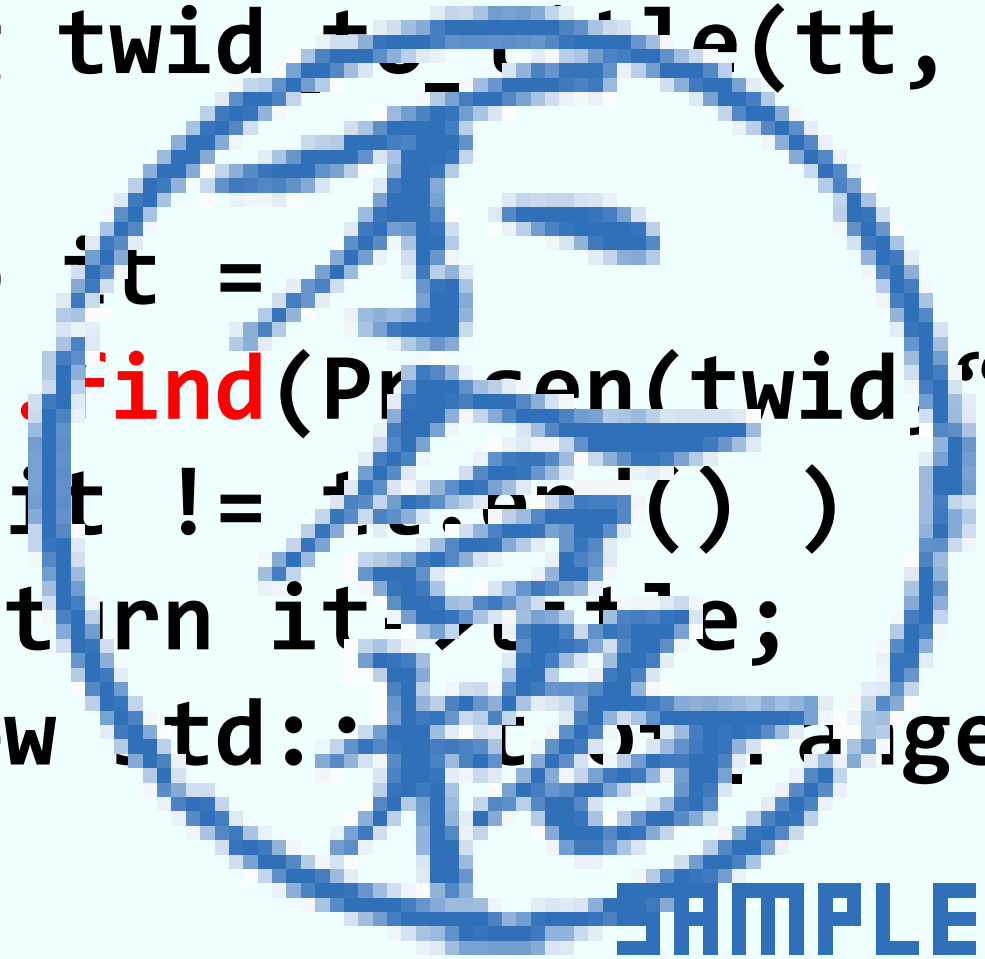
```
struct ByTwID
  { bool operator()(略) { 略 } };

// std::list<Presen>
std::set<Presen,ByTwID>
                    timeTable;
```

1億倍速い！

```
string twid_to_title(tt, id)
{
  auto it =
    tt.find(Presen(twid,“”,“”));
  if( it != tt.end() )
    return it->title;
  throw std::out_of_range(twid);
}
```

1億倍速い！

```
string twid to_twitter(tt, id)
{
  auto it =
    tt.find(Pregen(twid,“”,“”));
  if( it != tt.end() )
    return it->twitter;
  throw std::out_of_range(twid);
}
```



なんで不合格？ (1)

- Twitter ID じゃなくて
  はてな ID でも検索したい！

```
hatenaid_to_title(
    timeTable,
    “xyuyux”
)
    == “Boost.Asio”
```

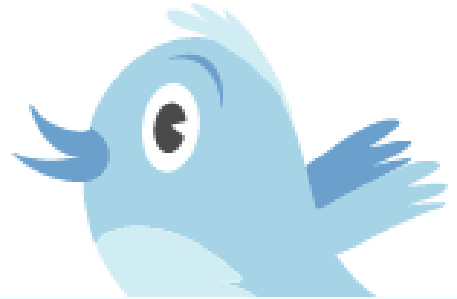
なんで不合格？ (2)

・発表の順番も知りたい！

```
BOOST_FOREACH(Presen& p, timTbl)
   cout << p.title << endl;

// setだとIDの順に並んでしまう
// - Boost.SmartPtr:shared_ptr+weak_ptr
// - Boost.Preposessor
// - Boost.ライブラリー週の旅 …
```

ここまでの要望をまとめる

Twitter ID で
高速検索できて



はてな ID で
高速検索できて

表に入れた順番も
覚えとけ！

そんな

Boost.MultiIndex

あなたに

こうだ！

```
typedef
multi_index_container<Presen,
  indexed_by<
    ordered_unique<
      member<Presen,string,&Presen::twitterID>
    >,
    ordered_unique<
      member<Presen,string,&Presen::hatenaID>
    >,
    sequenced<>
  >
> MyTimeTable;
```

入れる物は Presen

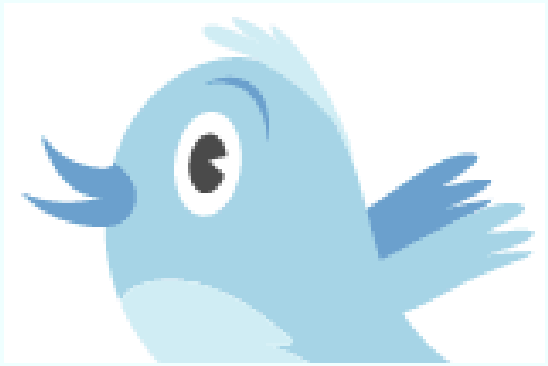
.twitterID で検索したい

.hatenaID で検索したい

入れた順も覚えといて！

mi<Presen, index<Tw, Ht, seq>>

```
// get<0>
//    twitterIDで
//    高速検索
```



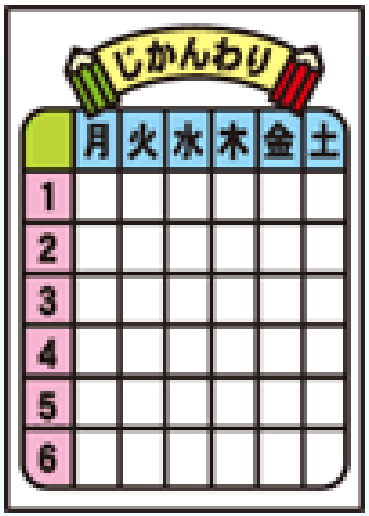
```
timeTable.get<0>()
         .find(“wraith13”);
```

mi<Presen, index<Tw, Ht, seq>>

```
timeTable.get<1>()
         .find("Cryolite");
```

```
// get<1>
//    はてなIDで
//    高速検索
```

mi<Presen, index<Tw, Ht, seq>>




```
// get<2>  入れた順

BOOST_FOREACH(
    const Presen& p,
    timeTable.get<2>()
)
    cout << p.title << endl;
```

よくある質問

FAQ

3つデータ構造作るのと何が違うの？

つまり、これとの違いは？

```
struct MyTimeTable {
  set<Presen, ByTwID>     tt1;
  set<Presen, ByHatenaID> tt2;
  list<Presen>            tt3;
  void add(const Presen& p)
    { tt1.insert(p);
      tt2.insert(p);
      tt3.push_back(p); }
};
```

つまり、これとの違いは？

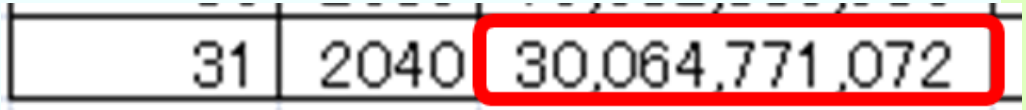
```
struct MyTimeTab {
   set<Presen, ByTwID>     tt1;
   set<Presen, ByHatenaID> tt2;
   list<Presen>            tt3;
   void add(const Presen& p)
     { tt1.insert(p);
       tt2.insert(p);
       tt3.push_back(p); }
};
```

インデックスの更新

「@kinaba です。用事入ったので発表キャンセル！」

```
tt1.erase(Presen(“kinaba”,“”,“”));
tt2.erase(…略…);
tt3.erase(…略…);
```

遅い！



インデックスの更新

MultiIndex なら

```
tt.get<0>().erase("kinaba");
```

１行 & 一瞬

用意されてるインデックス

	挿入	削除	機能
ordered_unique ordered_non_unique	O(log N)	O(1)	`set, multiset:` 指定キーで検索
hashed_unique hashed_non_unique	O(1)	O(1)	`unordered_set` 等: 指定キーでハッシュ検索
sequenced	O(1)	O(1)	`list:` 入れた順を覚える
random_access	O(1)	O(後続要素数)	`vector:` ランダムアクセス

MultiIndexの便利な所まとめ

- 色んなインデックスを付けられる

```
tt.get<0>().erase("uskz");
BOOST_FOREACH(p, tt.get<2>()) { … }
```

- 整数 0, 1, 2, … でなく、タグも付けられます

```
struct oreore {}; // てきとうな型
multi_index_container<T,
   indexed_by<…, sequenced<tag<oreore>> > tt;
tt.get<oreore>();
```

MultiIndexの便利な所まとめ

- 実はむしろ普通のコンテナより便利
  - find(key), modify(…)

```
set_tt.find(Presen(“uskz”,“”,“”));
```

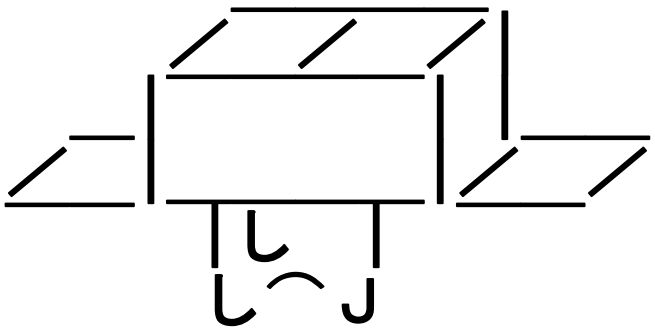
vs

```
mi_tt.find(“uskz”);
```

Boostの すごい データ構造 その２

Boost.Intrusive

こちらｽﾈｰｸ Boostへの
侵入に成功した



日本語で言うと

intrusive

= 侵入的

普通のデータ構造

・構造の管理用メンバは、外

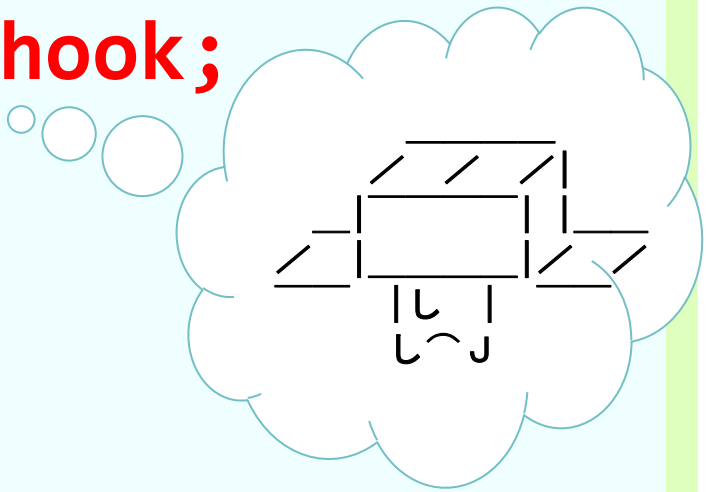
```
struct Presen {
  string twitterID;
  string hatenaID;
  string title;
};

std::list<Presen> lst;
```

```
struct _List_node {
  _List_node* prev;
  _List_node* next;
  Presen      data;
};
```

侵入的データ構造

- 管理用メンバが、侵入

```
struct Presen {
  list_member_hook<> hook;
  string twitterID;
  string hatenaID;
  string title;
};
intrusive::list<Presen,…> lst;
```



メリット&デメリット

- デメリット [Bad]
  - データ定義がコンテナに依存しちゃう
  - hook を自分で置く手間がかかる
- メリット [Good]
  - コピー不可オブジェクトも入れられる
  - 複数のコンテナに同時に入れられる
    - 実は MultiIndex 的なことができる

メリット&デメリット

- デメリット [Bad]
  - データ定義がコンテナに依存しちゃう
  - hook を自分で置く手間がかかる
- メリット [Good]
  - コピー不可オブジェクトも入れられる
  - 複数のコンテナに同時に入れられる
    - 実は MultiIndex 的なことができる

今日は
細かい話は
スキップ

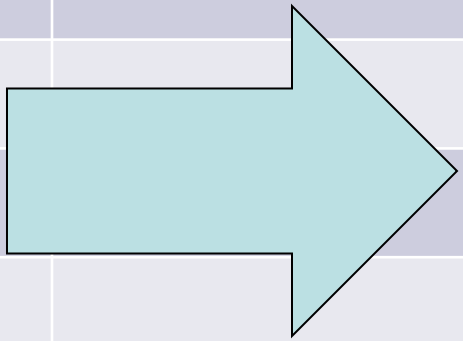
データ構造マニア的

Boost.Intrusive

の、特徴

異様に set の種類が多い

STL	MultiIndex	Intrusive
vector	random_access	
deque		
slist		slist
list	sequenced	list
set	ordered	set
unordered_set	hashed	unordered_set
		avl_set
		splay_set
		sg_set
		treap_set

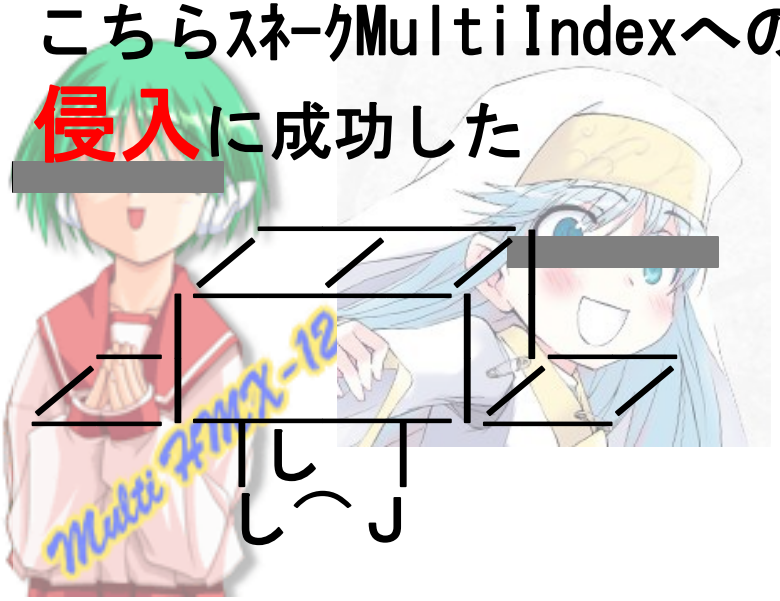


マニア心をくすぐるset

- set　　挿入:速い 検索:遅い
- avl_set 挿入:遅い 検索:速い
- sg_set　実行時↑ﾊﾞﾗﾝｽ切替
- splay_set よく使う要素:速い
- treap_set 優先度つけられる

Boostの すごい データ構造 その３

ませてみよう！



すごいところ

- MultiIndex は
  - 入れるデータに手を加えずに
    複数のインデックス張れて凄い
- Intrusive は
  - sg_set とか splay_set とか
    色々あってすごい

あわせると…？

もっとすごい！

というわけで目標

- Intrusive を使って
  MultiIndex 用インデックス

avl<>　　splay<>

sg<>　　treap<>

を実装します

インデックスの作り方調べ中…

Boost.MultiIndex Future work

将来やりたいなーと思ってる事

- User-defined indices

ユーザもインデックスを定義できるようにする

  - The mechanisms by which Boost.MultiIndex orchestrates the operations of the indices held by a multi_index_container are simple enough to make them worth documenting so that the (bold) user can write implementations for her own indices.

もしかして：今はまだできない

インデックスの作り方調べ中…

work

整理はされてる！
（ドキュメントないけど！）

る事

- User-defined ind

ユーザもインデックスを定義 るようにする

  - The mechanisms by which Boo .MultiIndex orchestrates the operations of the indices held by a multi_index_container are simple enough to make them worth documenting so that the (bold) user can write implementations for her own indices.

もしかして：今はまだできない

というわけで

- この後の発表内容は
  - 私がソースから勝手に解釈した方法
  - 色々間違ってるかも
  - 将来的に色々変わるかも

この記事には『独自研究』に基づいた記述が含まれているおそれがあります。これを解消するためにある情報の根拠だけではなく、信頼可能な解釈、評価、分析、総合の根拠となる出典を示してください。

1

そもそも
複数のインデックス
の実体は？

mi<T, index<Tw, Ht, Seq>

・こんなノードクラス

```
class node_type {
    node_type*twL,*twR;
    redblack  twC;
    node_type*htL,*htR;
    redblack  htC;
    node_type *prev;
    node_type *next;
    T         value;
}
```

正確には
継承で

class
index_node_base
{ T value; }

class {
seqnode* next;
seqnode* prev; }

class {
htnode *L, *R;
redblack C; }

class node_type {
node_type *L,*R;
redblack C; }

2

俺々ノード

の

実装

intrusive::sg_set の場合

・親クラスを外から指定可にする

```
template<typename Super>
  struct my_node : public Super
  {
    sg_set_member_hook<> hook_;
  };
```

あとは好きなように実装

コンストラクタ呼ばれないので注意

3

次に
インデックス本体
の実体

```
class (順番保存用) : …
 { push_back,begin,end, … }
```

これも継承

protected

```
class (はてなID検索用) : …
 { find,erase,begin,end, … }
```

protected

```
class index_base{…}
```

protected

```
class (TWitterID検索用):…
 { find,erase,begin,end, … }
```

public

```
class multi_index_container : … {
public:  twIndex& get<0>() { return *this; }
         htIndex& get<1>() { return *this; }
        seqIndex& get<2>() { return *this; }
}
```

4

俺々インデックス

の

実装

intrusive::sg_set の場合

・親クラスを外から指定可にする

```
template<class Meta, class Tag>
  struct my_index
    : protected Meta::type
  { // ここで必須typedefを大量定義
    // ここで必須メソッドを実装する
    sg_set<my_node<…>> impl_;
  };
```

あとは好きなように実装

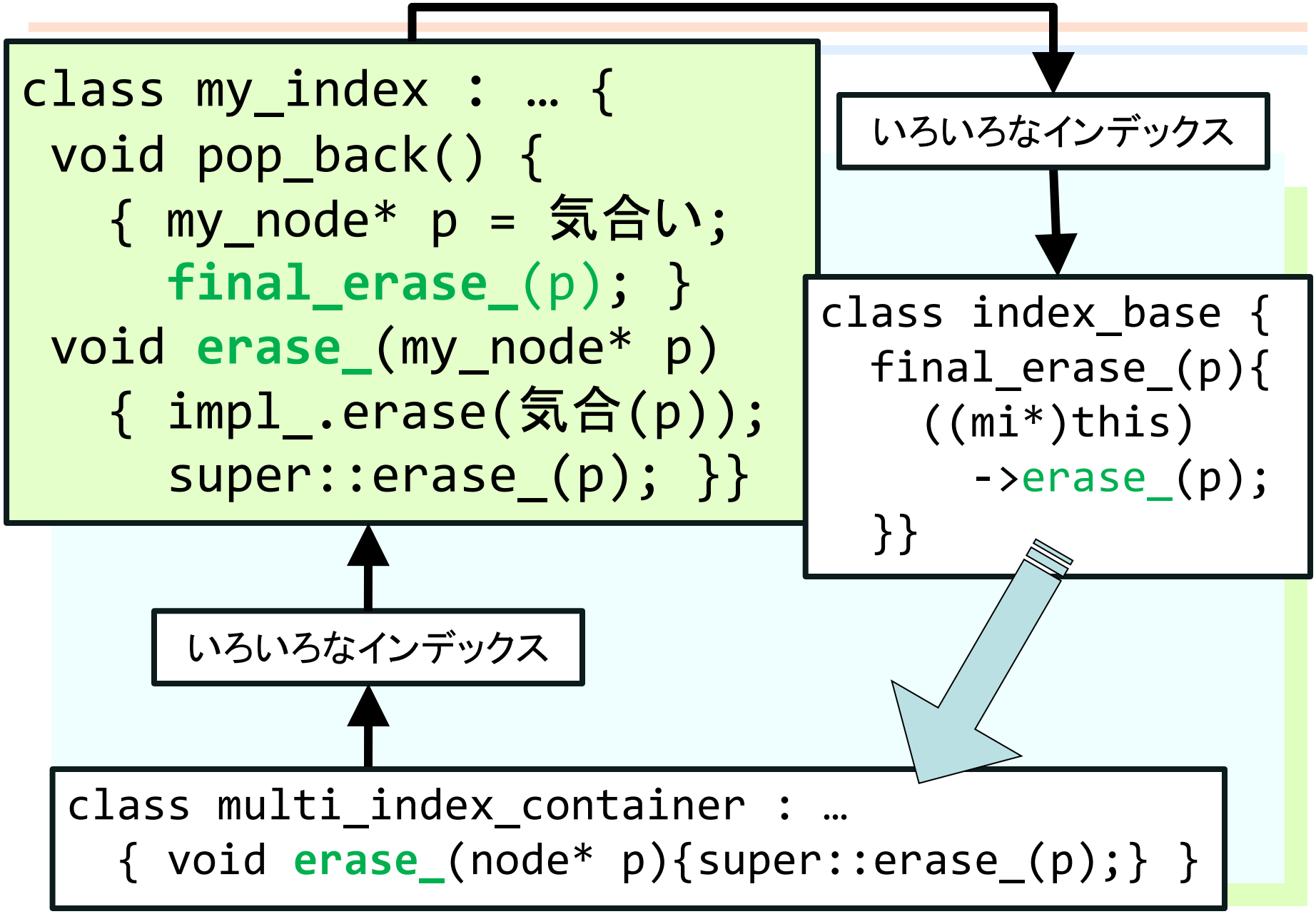
5

次に
コンテナ的メソッド
の実装

例

pop_back

(最後の要素を消す)


class my_index : … {
void pop_back() {
{ my_node* p = 気合い;
final_erase_(p); }
void erase_(my_node* p)
{ impl_.erase(気合(p));
super::erase_(p); }}
いろいろなインデックス
class index_base {
final_erase_(p){
((mi*)this)
->erase_(p);
}}
いろいろなインデックス
class multi_index_container : …
{ void erase_(node* p){super::erase_(p);} }

実装に使えるメソッド

- `bool   final_empty_()`
- `size_t final_size_()`
- `size_t final_max_size_()`
- `pair<fnode*,bool> final_insert_(value)`
- `pair<fnode*,bool> final_insert_(value, fnode*)`
- `void final_erase_(fnode*)`
- `void final_delete_node_(fnode*)`
- `void final_delete_all_nodes_()`
- `void final_clear_()`
- `void final_swap_(final&)`
- `bool final_replace_(value, fnode*)`
- `bool final_modify_(MODIFIER mod, fnode*)`
- `bool final_modify_(MODIFIER mod, ROLLBACK back, fnode*)`

実装しないといけないメソッド

- `void  copy_(const self&,const copy_map_type&)`
- `node* insert_(value, node*)`
- `node* insert_(value, node* position, node*)`
- `void  erase_(node*)`
- `void  delete_node_(node*)`
- `void  delete_all_nodes_()`
- `void  clear_()`
- `void  swap_()`
- `bool  replace_(value, node*)`
- `bool  modify_(node*)`
- `bool  modify_rollback_(node*)`

6

最後に

IndexSpecifier

IndexSpecifierって何？

```
multi_index_container<Presen,
  indexed_by<ここに並べるもの>
>
```

IndexSpecifierって何？

```
multi_index_container<Presen,
  indexed_by<use_my_index<>>
>
```

```
template<typename Tag=tag<>>
struct use_my_index {
  template<typename Super>
    struct node_class
      { typedef my_node<Super> type; };
  template<typename Meta>
    struct index_class
      { typedef my_index<Meta,Tag> type; }
};
```

7

完成！

Thank You for Listening!

http://github.com/kinaba/mint