TDP004
STL

Eric Ekström

Institutionen för datavetenskap

Handout version

LINKÖPING UNIVERSITY

STL - Intro

Vad är programmering?

Vissa säger att allting är

1. Läs in data
2. Lagra data
3. Processa data
4. Returnera data

LINKÖPING UNIVERSITY

STL - std::vector

```cpp
#include <vector>

int main()
{
  std::vector<int> v {};
  v.push_back(1);
  v.push_back(5);
  v.push_back(2);

  std::cout << v.at(0) << v.at(1) << v.at(2) << std::endl;
  return 0;
}
```

STL - std::set

```
#include <set>

int main()
{
  std::set<double> s { 1.0, 3.0, -1.0 };

  s.insert(3.14);
  s.erase(1.0);
}
```

En sorterad mängd av värden.

- Snabb insättning och åtkomst
- Ingen indexering
- Tillåter inte dubbletter.

STL - std::deque

```
#include <deque>

int main()
{
  std::deque<char> d { 'h', 'e', 'j' };

  d.push_back('!');
  d.pop_front();
}
```

- Generellt lite långsammare än std::vector, men
- Insättning i början och slutet snabbt

STL - std::map

```
std::map<std::string, int> m { {"a", 1},
                               {"b", 2} };

// Åtkomst av befintligt värde
std::cout << m["a"];
m["b"] = 7;

// Sätter in ett nytt värde
m["c"] = 2;
```

- Associativ behållare.
- Sparar ett par av [nyckel, värde]
- Nycklar måste gå att jämföra

LINKÖPING UNIVERSITY

Iteratorer

```
int main()
{
  vector<int> v {1, 2, 3};
  for (int i{0}; i < v.size(); ++i)
  {
    cout << v[i] << endl;
  }
}
```

Iteratorer

```
int main()
{
  set<int> v {1, 2, 3};
  for (int i{0}; i < v.size(); ++i)
  {
    cout << v[i] << endl; // Fungerar inte!
  }
}
```

Iteratorer

```
int main()
{
  vector<int> v {1, 2, 3};
  for (int e : v)
  {
    cout << e << endl;
  }
}
```

Iteratorer

```
int main()
{
  set<int> v {1, 2, 3};
  for (int e : v)
  {
    cout << e << endl; // Fungerar!
  }
}
```

Iteratorer

```
for (int x : v)
{
  cout << x << endl;
}
```

Iteratorer

```
using iterator = std::vector<int>::iterator;

for (iterator it {container.begin()}; it != container.end(); ++it)
{
  auto x {*it};
  cout << x << endl;
}
```

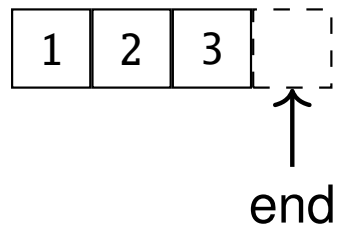
Iteratorer

Iteratorer är generaliserade pekare.

- `begin()` och `end()` ger iteratorer till början respektive slutet av en behållare.
- En iterator har (som minst) funktionerna
  - `operator++`
  - `operator*`
  - `operator==`
  - `operator!=`
- Olika implementation beroende på behållare

Iteratorer

Vart pekar `end()`?



Varför?

- Vissa behållare har inte en tydlig bild av sista elemenetet.
- Vad händer om behållaren är tom?
- Det underlättar iteration.

1 Intro
2 Behållare
3 Iteratorer
4 Standardbiblioteket
5 Algoritmer
6 Lambda-uttryck
7 Blandade exempel

Standardbiblioteket

- Tillgängligt för alla
- Löser vanliga problem
- Effektivt
- Uppdelat i komponenter

Standardbiblioteket

Standard **T**emplate **L**ibrary

Standardbiblioteket

Designprinciper:

- Ska vara så generellt som möjligt
- Löser vanliga problem
- Måste fungera med användarens kod
- Effektivt nog att ersätta egengjorda lösningar
- Robust felhantering

1 Intro
2 Behållare
3 Iteratorer
4 Standardbiblioteket
5 Algoritmer
6 Lambda-uttryck
7 Blandade exempel

LINKÖPING UNIVERSITY

Algoritmer

Vad gör denna kod?

```
int main()
{
  std::vector<int> v {1, 2, 3, 1, 4, 1};
  int result {0};
  for (auto it{v.begin()}; it != v.end(); ++it)
  {
    if (*it == 1)
    {
      result++;
    }
  }
}
```

Algoritmer

Vad gör denna kod?

```
int main()
{
  std::vector<int> v {1, 2, 3, 1, 4, 1};
  int result {std::count(v.begin(), v.end(), 1)};
}
```

Vilka algoritmer finns? www.cppreference.com!

Algoritmerna ger oss ett mer lättläst sätt att utföra vanliga operationer. Standardbiblioteket ger oss ett enhetligt gränssnitt som alla algorithmer följer.

Målet är inte att memorera alla algoritmer som finns i C++ . Fokusera istället på att förstå hur algoritmerna är uppbyggda, vilka de gemensamma mönstren är och hur du går tillväga för att hitta en algoritm.

Algoritmer

```
std::vector<int> v {1, 2, 3, 1, 4, 1};
auto it { std::find(v.begin(), v.end(), 2) };
```

Vilka mönster ser vi?

- Alla algoritmer tar två iteratorer
- Ger ut ett resultat
  - std::count -> int
  - std::find -> std::vector<int>::iterator

Att alltid ta två iteratorer ger oss flexibilitet. Tex om vi endast vill söka genom en del av behållaren.
Att ge ut en iterator till ett objekt är mer generellt. Funderar även om inget värde hittades (returnera end-iteratorn!)

Modifierande algoritmer

Om vi vill ändra i en behållare då?

```
std::vector<int> v {1, 2, 3, 1, 4, 1};
std::fill(v.begin(), v.end(), 8);
```

`std::fill` sätter varje element i behållaren till det angivna värdet.

Modifierande algoritmer

Hur gör vi om vi vill ta bort värden?

```
std::vector<int> v {1, 2, 3, 1, 4, 1};

for (auto it {v.begin()}; it != v.end(); ++it)
{
  if (*it == 1)
  {
    v.erase(it);
  }
}
```

Fungerar inte!

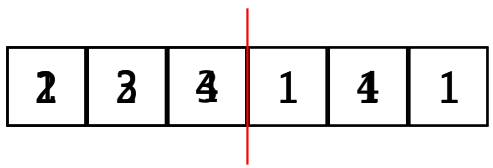
Vad som händer om vi tar bort ett element medans vi itererar beror på behållaren.

- std::vector - ett element skippas
- std::list - iteratorn pekar nu på något odefinierat

Modifierande algoritmer

```
std::vector<int> v {1, 2, 3, 1, 4, 1};

v.erase(std::remove(v.begin(), v.end(), 1),
        v.end());
```



std::remove flyttar alla element som matchar till slutet av behållaren och ger tillbaka en pekare till första borttagna elementet.
std::erase tar bort alla element mellan två iteratorer. I detta fall början av de borttagna elementen och slutet av listan.

Modifierande algorithmer

```
std::vector<int> old {1, 2, 3, 1, 4, 1};

std::vector<string> v {}( old.size() );

std::copy(old.begin(), old.end(), v.begin());
```

Inläsning med algoritmer

```
int x { };
while (std::cin >> x)
{
  v.push_back(x);
}
```

```
using namespace std;

int main()
{
  vector<int> v {};
  copy(istream_iterator<int>{cin},
       istream_iterator<int>{},
       back_inserter(v));
}
```

Utskrift med algoritmer

```
for (int x : v)
{
  cout << x << " ";
}
```

```
using namespace std;

int main()
{
  vector<int> v {};
  copy(v.begin(), v.end(),
       ostream_iterator<int>{cout, " "});
}
```

std::transform

```
int add_2(int n)
{
  return n + 2;
}

int main()
{
  std::vector<int> v {1, 2, 3};
  std::vector<int> result (v.size());
  std::transform(v.begin(), v.end(),
                 result.begin(), add_2);
}
```

Måste vi skriva funktionen separat?

LINKÖPING UNIVERSITY

Lambda

```
int main()
{
  std::vector<int> w(v.size());
  std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(),
                 [](int x)
                 {
                   return x + 2;
                 });
}
```

Lambda - capture

```
int main()
{
  int n {};
  std:.cin >> n;
  std::vector<int> w(v.size());

  if (n == 1)
  {
    std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(),
                   [](int x) {return x + 1;});
  }
  else if (n == 2)
  {
    std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(),
                   [](int x) {return x + 2;});
  }
  //...
}
```

Dåligt!

Lambda - capture

```
std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(),
               [n](int x)
               {
                 return x + n;
               });
```

Lambda - capture

```
int n { 2 };
std::vector<int> w(v.size());

auto add = [&n](int x) { return x + n; };

std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(), add);
n = 3;
std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(), add);
n = 5;
std::transform(v.begin(), v.end(), w.begin(), add);
```

Lambda-uttryck

```
[capture](parametrar) -> returtyp
{
  funktionsblock
}
```

1 Intro
2 Behållare
3 Iteratorer
4 Standardbiblioteket
5 Algoritmer
6 Lambda-uttryck
7 Blandade exempel

LINKÖPING UNIVERSITY

Exempel #1

Vi vill kontrollera att varje tal i en behållare är jämnt.

```
#include <algorithm>
#include <vector>

int main()
{
  std::vector<int> v {28,12,8,14,9,20,4};

  bool all_even = std::all_of(v.begin(), v.end(),
                              [](int i)
                              {
                                return i % 2 == 0;
                              });
}
```

Exempel #2

Sortera alla tal som ligger mellan det första negativa talet och slutet (i fallande ordning).

```
#include <algorithm>
#include <vector>

int main()
{
  std::vector<int> v {28,12,8,14,9,20,4};

  auto it { std::find_if(v.begin(), v.end(),
                         [](int i)
                         {
                           return i < 0;
                         })};
  std::sort(it, v.end(),
            [](int lhs, int rhs)
            {
              return lhs > rhs;
            });
}
```

Exempel #3

Räkna förekomsten av varje tecken.

```
#include <algorithm>
#include <vector>
#include <map>

int main()
{
  std::vector<char> v {'a','i','e','i','y','a','i'};
  std::map<char, int> m {};

  std::for_each(v.begin(), v.end(),
                [&m](char c)
                {
                  m[c]++;
                }
}
```

Exempel #4

Går det att sortera en `std::map`? `std::list`?

```
#include <algorithm>
#include <map>
#include <list>

int main()
{
  std::map<int, int> m {};
  std::list<int> l {};

  std::sort(m.begin(), m.end());
  std::sort(l.begin(), l.end());
}
```

KOMPILERAR EJ!

Iteratorkategorier

	Category				
Operationer	**Input**	**Output**	**Forward**	**Bidirectional**	**Random Access**
==, !=	✓	✓	✓	✓	✓
*, ->	Read	Write	Read/Write	Read/Write	Read/Write
++	✓	✓	✓	✓	✓
–	-	-	-	✓	✓
+, +=, -, -=	-	-	-	-	✓
<, <=, >, >=	-	-	-	-	✓
i[n]	-	-	-	-	✓

www.ida.liu.se/~TDP004/