

Kernverbesserungen von mitrax

- ▶ Eigener Datentyp für Zeilen und Spalten (versehentliches Vertauschen kann so bereits beim Compilieren erkannt werden)
- ▶ Elementrepräsentationsunabhängige Schnittstelle
 - ▶ Leicht erweiterbar für neue Arten der Datenrepräsentation (Adapter, Views, GPU ...)
- ▶ Intuitive und sichere Initialisierungssyntax
- ▶ „Zero-Overhead“ – Compiler kann bestmöglich optimieren
- ▶ Support von **constexpr**

Was macht eine Matrix aus?

- ▶ Anzahl Zeilen und Spalten; bekannt zur:
 - ▶ Compilezeit (mitrax, Eigen, Boost.uBLAS)
 - ▶ Laufzeit (mitrax, Eigen)
- ▶ Entsprechend rechteckig angeordnete Elemente gleichen Typs
 - ▶ Existieren im Speicher (mitrax, Eigen, Boost.uBLAS)
 - ▶ Zur Compilezeit bekannt (mitrax)
 - ▶ Erzeugung bei Zugriff (mitrax)

Bereitstellung der Elemente einer Matrix

- ▶ **Stack** (mitrax, Eigen)
- ▶ **Heap** (mitrax, Eigen, Boost.uBLAS)
- ▶ **constexpr**; Elemente sind zur Compilezeit bekannt und können direkt für Berechnungen verwendet werden. (mitrax)
- ▶ **View**; Das Matrix-Objekt besitzt die Daten nicht selbst, sondern ermöglicht nur den Zugriff. (mitrax)
- ▶ **Adapter**; Es wird ein anderer Datentyp (z. B. Eigen::Matrix) verwendet (mitrax)
- ▶ **Funktion**; Beim Zugriff wird der Wert eines Elementes entsprechend seiner Position in der Matrix und einer gegebenen Berechnungsvorschrift berechnet. (mitrax)
- ▶ **GPU-Speicher** (teilweise mitrax, teilweise Eigen)
- ▶ **anderer Speicher**; Festplatte, FPGA ... (zukünftig mitrax)

Typisierte Zeilen & Spalten

- ▶ Eigener Typ für Zeilen und Spalten

```
struct col_t< 4 >
```

```
struct row_t< 7 >
```

- ▶ User-defined literals

4_C

7_R

- ▶ Typsicheres Rechnen mit Dimensionen

4_C + 3_C ✓

7_R + 2_C ✗

Intuitive & sichere Initialisierung

- ▶ Anforderungen:
 - ▶ Alle Elemente haben nach der Initialisierung einen definierten Wert
 - ▶ Unterstützung für direkte elementweise Initialisierung
- ▶ Umsetzung:
 - ▶ Initialisierung mit Default-Value

```
auto matrix = make_matrix_v(3_C, 2_R, 3.f);
```
 - ▶ Direkte elementweise Initialisierung

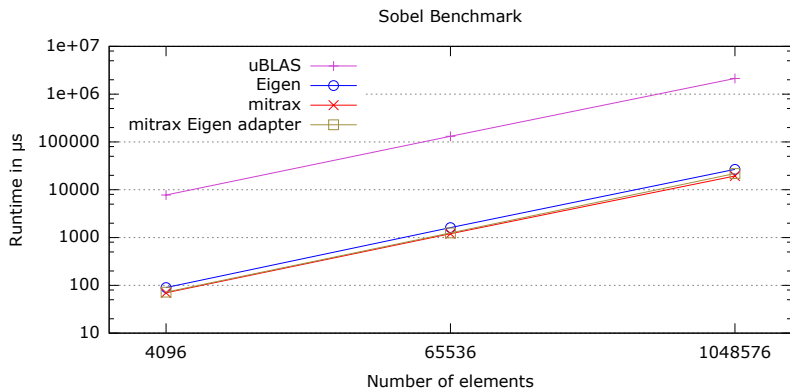
```
auto matrix = make_matrix(3_C, 2_R, {  
    {1, 2, 3},  
    {4, 5, 6}  
});
```

Anwendung: constexpr Matrix (1)

- ▶ Beim Sobel-Operator sind Dimensionen und Elemente der Faltungsmatrix zur Compilezeit bekannt
- ▶ Anmerkungen zum folgenden Benchmark:
 - ▶ Die Faltungsoperation ist für mitrax, Boost.uBLAS und Eigen identisch implementiert
 - ▶ Die Bildmatrix liegt immer auf dem Heap und hat Laufzeit-Dimensionen
 - ▶ Bei der Faltungsmatrix richtet sich dies nach der verwendeten Bibliothek:
 - ▶ mitrax: Compilezeit-Dimensionen, Daten sind constexpr
 - ▶ mitrax Eigen Adapter: Compilezeit-Dimensionen, Daten sind `constexpr` (für die Bildmatrix wird eine Adapter-Klasse verwendet, welche intern Eigen::Matrix verwendet)
 - ▶ Eigen: Compilezeit-Dimensionen, Daten auf dem Stack
 - ▶ Boost.uBLAS: Laufzeit-Dimensionen, Daten auf dem Heap

Anwendung: constexpr Matrix (2)

- ▶ mitrax ist dank **constexpr** 27% schneller als Eigen



Vektoren sind Matrizen

- ▶ Falls Zeilen oder Spalten zur Compilezeit den Wert 1 haben, werden durch die Schnittstelle zusätzliche Funktionen angeboten, ohne dass sich die Implementierung darum kümmern muss
 - ▶ Zugriffsoperator für Vektoren:

```
auto vector = make_matrix(1_C, 3_R, {{1}, {2}, {3}});  
vector(0, 2) = 7; // normaler Matrix-Zugriff  
vector[2] = 5;    // vereinfachter Vektor-Zugriff
```
 - ▶ Vereinfachte Erstellung:

```
auto vector = make_vector(3_R, {1, 2, 3});
```