

# 行列演算プログラムにおける 整合性保証

(株)日立製作所

知原信博

nobuhiro.chihara.pw@hitachi.com

## 開発における問題点

画像処理の研究開発ではOpenCV等の行列演算ライブラリの活用が進んでいる。行列演算ライブラリを利用する場合、行列演算特有の制約を考慮する必要がある。行列のサイズや型は実行時に設定される為、制約条件は実行時チェックが一般的である。しかし実行時チェックでは、制約違反の判明までに時間が掛り、開発効率低下に繋がっていた。

## 手法・ツールの適用による解決

処理の重い行列値計算を実行せず、処理の軽い行列サイズ・型管理のみ行うダミーライブラリを使用する事で、高速に制約違反を発見する手法を開発した。また、収束演算などでは行列値を計算しないと実行されないコードが生じるが、制御構文を強制的に置換する仕組みにより、全コードで制約を評価する手法を開発した。

## 提案手法

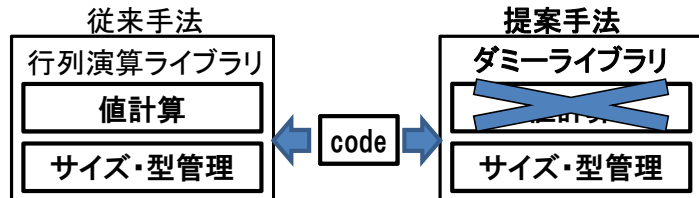
### 【ダミーライブラリによる制約違反発見】

#### 仮定

- ▶ 行列値と行列サイズ・型には関連は無い
- ▶ 行列演算の制約の殆どは行列サイズ・型に関する

#### 施策

処理の重い行列値演算を行わず、処理の軽い行列サイズ・型管理だけ行う事で制約違反を高速に発見する



### 【制御構文の強制置換による全コード実行】

#### 新たな課題

収束計算など行列値により制御が切り替わるコードでは、ダミーライブラリを使用すると実行されないコードが出てくる事が判明した。

#### 仮定

- ▶ 問題となるコードでは行列サイズに変化は無い
- ▶ 行列サイズ・型を変化させるコードは、行列値によって制御していない

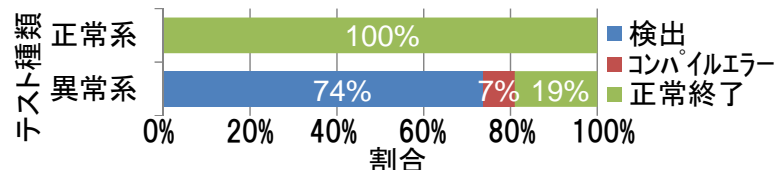
#### 施策

制御構文をマクロにより強制的に置換える事で、全コードを1回以上評価する事を保証する

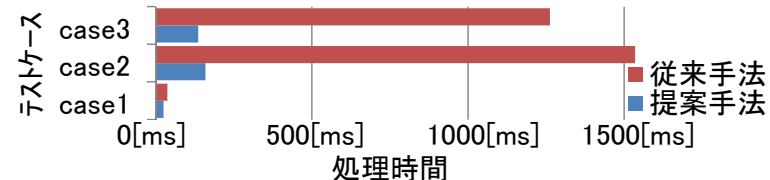
## 評価

行列演算ライブラリOpenCVに対して、提案手法のダミーライブラリ及び制御構文置換の仕組みを制作した。更に、提案手法評価の為に、OpenCVのサンプルコード20種類を利用して以下の3項目を評価した。

- ▶ 正常系テスト20パターンでエラー誤検知が発生しないか誤検出率を評価
- ▶ 正常系にミュレーションを挿入した42パタンの異常系テストを作成。エラー検出可能か検出率を評価
- ▶ 3パタンのテスト項目に対して従来手法と提案手法でエラー検出までの処理時間を比較



検出率・過検出率評価結果



検出時間評価結果

## 結論

- ▶ 正常コードではエラー誤検知無し
- ▶ 80%以上の異常を検出可能だが、ダミーライブラリのアサーション移植不備により一部異常を検出出来ず。
- ▶ 従来手法より10~1.5倍高速にエラー検出可能

## 今後の課題

- ▶ ダミーライブラリの対応関数を増やす
- ▶ アサーション移植を進め検出率の向上を目指す
- ▶ より実務に近い大規模なコードで評価継続
- ▶ コードの手動変更工数低減の為に自動化を検討