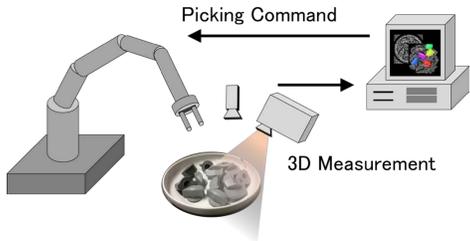


研究報告概要

目標: ロボットによるばら積みピッキング

3Dセンサの低価格化・PCの高性能化
→ 工業における三次元ベースの物体ハンドリング需要

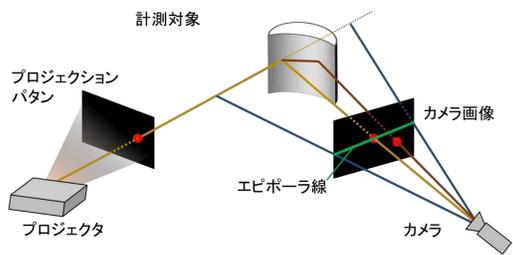
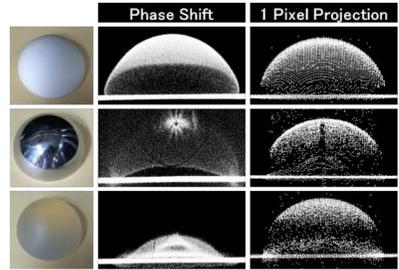


問題点1: 計測ができない
→ ハンドリングできない!



プロジェクタ・カメラシステムは
○ 安価
○ 表面テクスチャに非依存
× 計測の困難な対象が存在

一画素照射&エピポーラ幾何で
直接反射成分を取り出す
→ 金属・プラスチックの計測が
できる可能性がある!



問題点2: 一画素照射には時間がかかりすぎる

解決策:

輝度伝達行列(LT行列)
= 一画素照射応答を
まとめた行列
を「高速に推定」する

- 少ない計測回数で
- 短い計算時間で

手法:

スパース推定+高速化

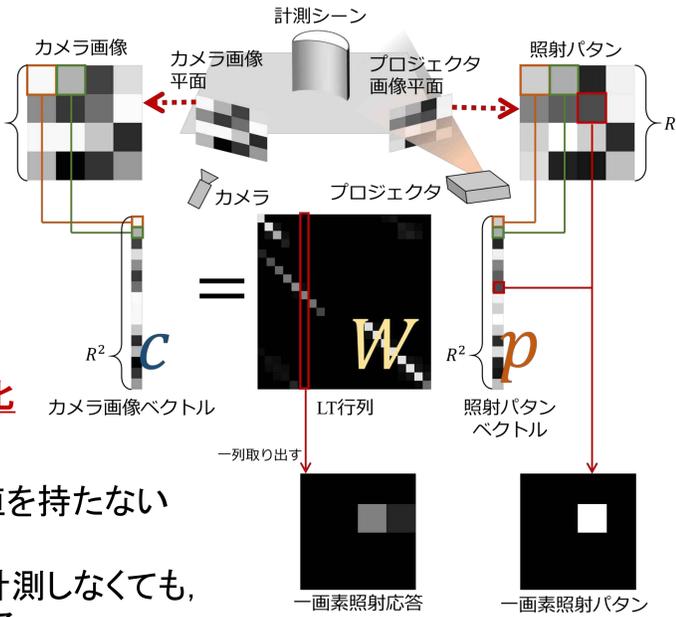
スパース推定:

LT行列にはゼロ=値を持たない
要素が多い
→ すべての要素を計測しなくても、
当てることができる

高速化:

LT行列の持つ性質をうまく使い、LT行列の推定を高速化

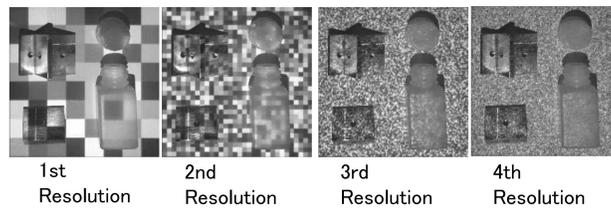
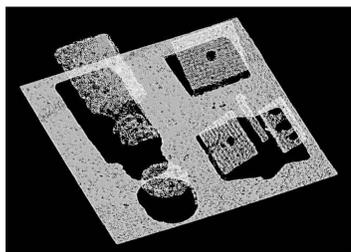
- ① 行ごとに分解して推定
- ② 解像度を変えて絞り込みながら推定



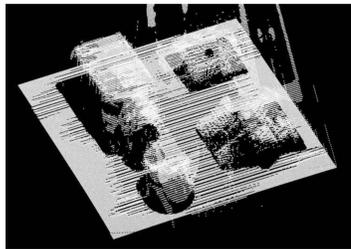
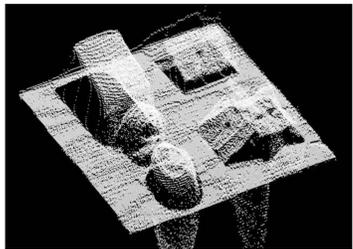
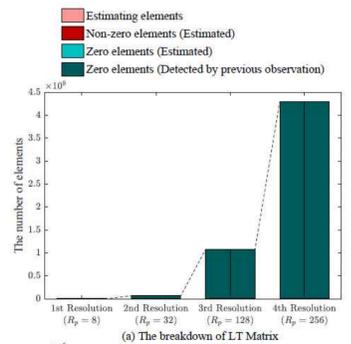
計測結果

カメラ解像度: 256x256

プロジェクタ解像度: 8x8 (32 times) → 32x32 (32 times) → 128x128 (32 times) → 256x256 (16 times)



カメラ画像の例



Phase Shift

Gray Code

| | 1st Res. | 2nd Res. | 3rd Res. | 4th Res. |
|---|----------|----------|----------|----------|
| Size of W ($\times 10^6$) | 4.19 | 67.11 | 1073.74 | 4294.97 |
| Zero elements estimated by low resolution [%] | - | 84.28 | 99.37 | 99.95 |
| Estimating elements [%] | 100.00 | 15.72 | 0.63 | 0.05 |
| Actual Non-zero elements [%] | 15.72 | 0.63 | 0.05 | 0.03 |

提案法によって推定が省略(高速化)できた割合

LT行列推定の高速化手法

行分解推定

ℓ_1 最小化によるスパース推定を用いたLT行列の推定

$$\min_W \frac{1}{2} \|\text{vec}(C - WP)\|_2^2 + \lambda \|\text{vec}(W)\|_1$$

以下のように行ごとの推定に分割でき、最適解は等しい

$$\min_W \sum_i \frac{1}{2} \|\bar{c}_i^T - P^T \bar{w}_i^T\|_2^2 + \lambda \sum_i \|\bar{w}_i^T\|_1$$

$$= \sum_i \min_{\bar{w}_i} \left(\frac{1}{2} \|\bar{c}_i^T - P^T \bar{w}_i^T\|_2^2 + \lambda \|\bar{w}_i^T\|_1 \right)$$

多段解像度推定

高解像度を考えたとき、 P^T が
大きくなることにより
計算時間/メモリ消費が増大
→ プロジェクタ解像度を
段階的に変更し、
各スパース推定における
 P^T を小さくすればよい

