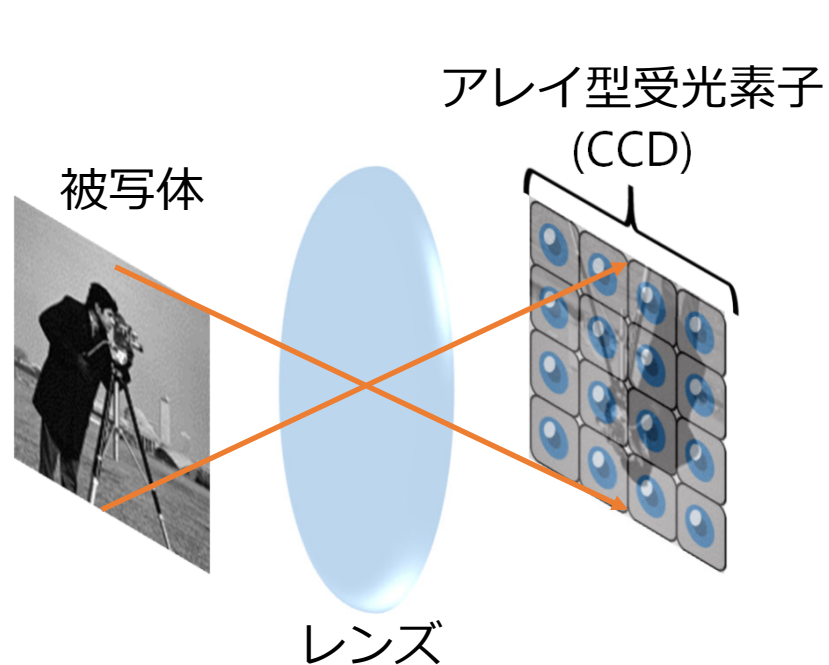


ラインセンサを用いたワンショット 物体識別およびイメージング

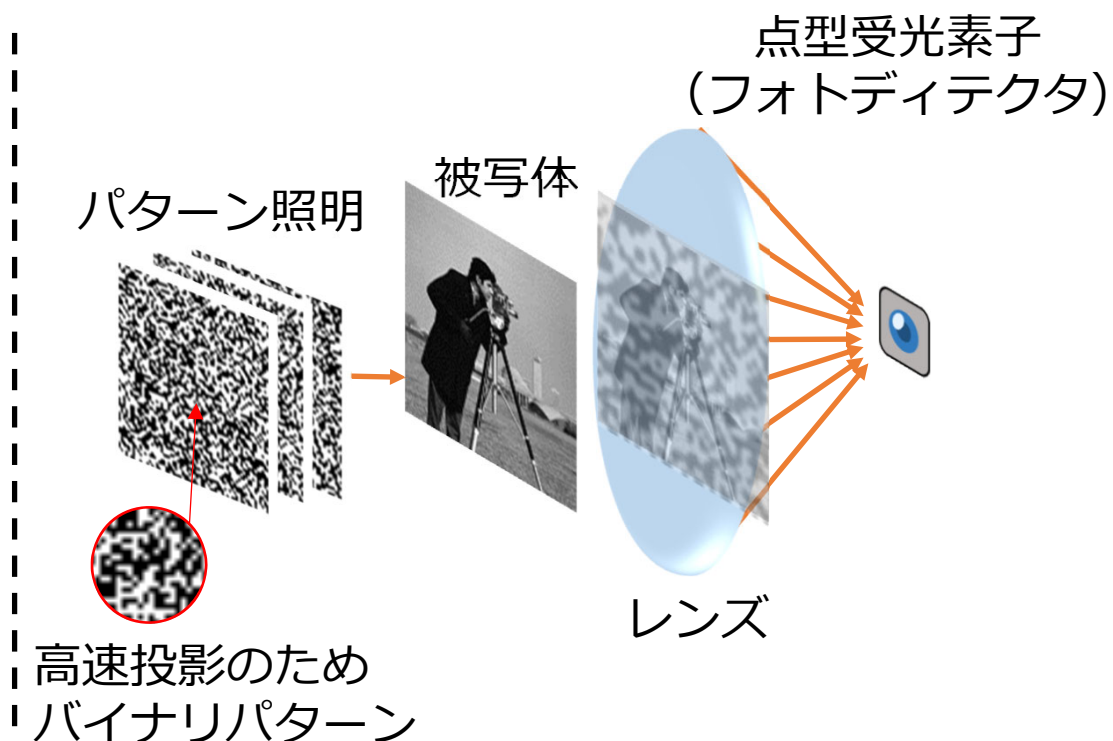
千葉大学 大学院工学研究院 電気電子工学コース
教授 下馬場朋禄

2022年10月20日

従来技術 イメージセンサとシングルピクセルイメージング

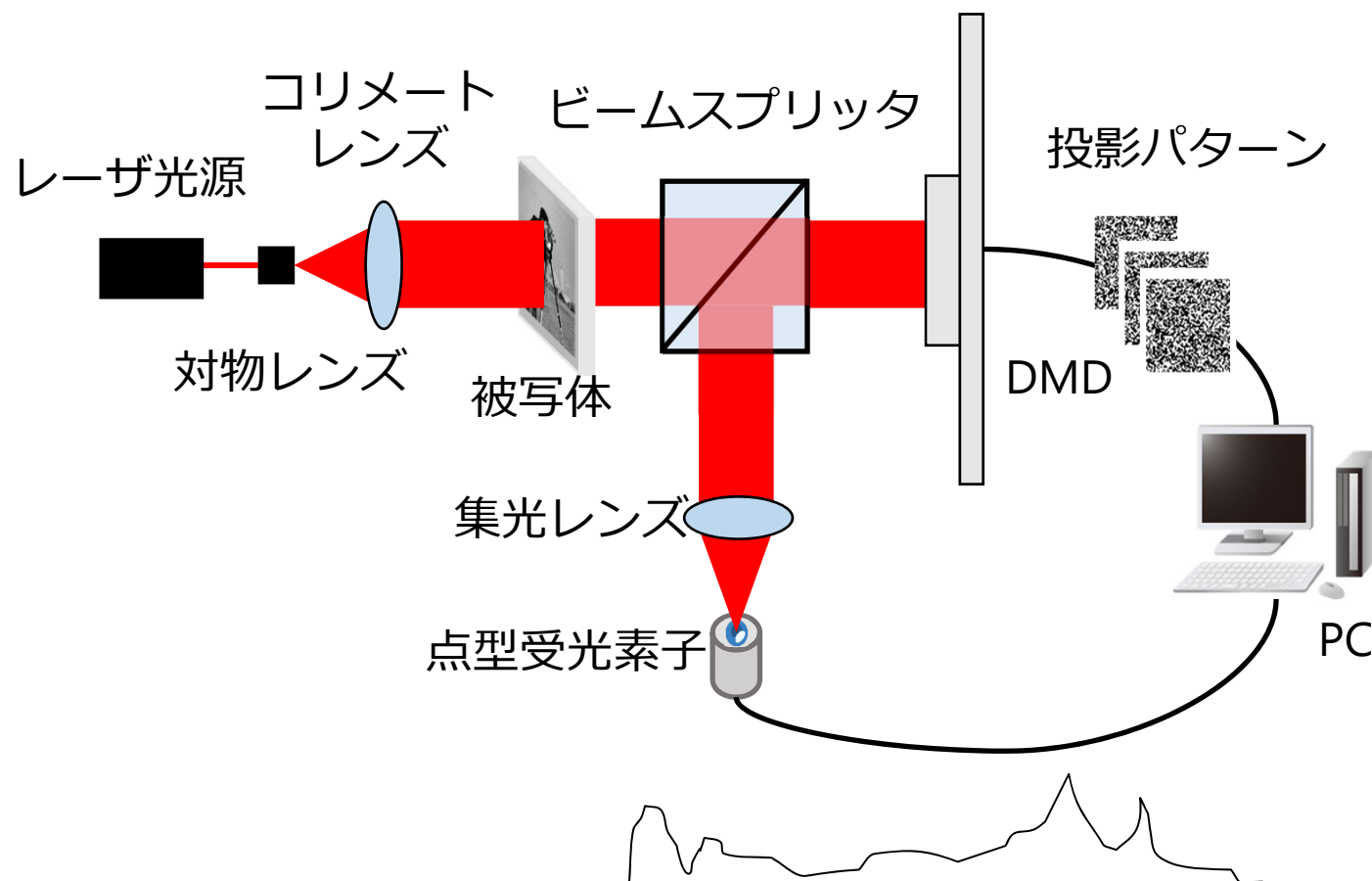


通常撮影手法

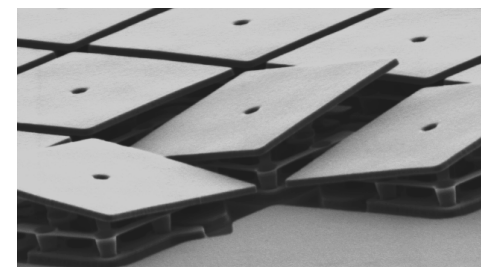


シングルピクセルイメージング

シングルピクセルイメージング



DMD (Digital Micromirror Device)
高速なディスプレイ
解像度：2000×1000画素程度
リフレッシュレート：20KHz



- 高感度
- 撮影できる波長帯が広い
- ただし、多数のパターン投影が必要

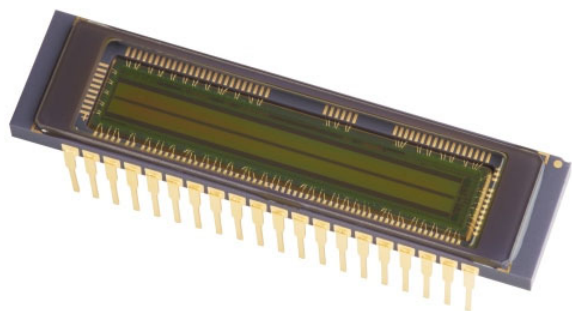
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%87%E3%82%B8%E3%82%BF%E3%83%AB%E3%83%9F%E3%83%A9%E3%83%BC%E3%83%87%E3%83%90%E3%82%A4%E3%82%B9>

提案手法の概要

- ラインセンサを用いたワンショット物体識別およびイメージング
- なぜラインセンサを使うのか？
 - イメージングセンサよりも高速かつ広い波長帯
 - フォトダイオードを使うシングルピクセルイメージングのようなパターン投影は不要
 - 提案手法は、イメージングセンサとシングルピクセルイメージングの間を狙った技術

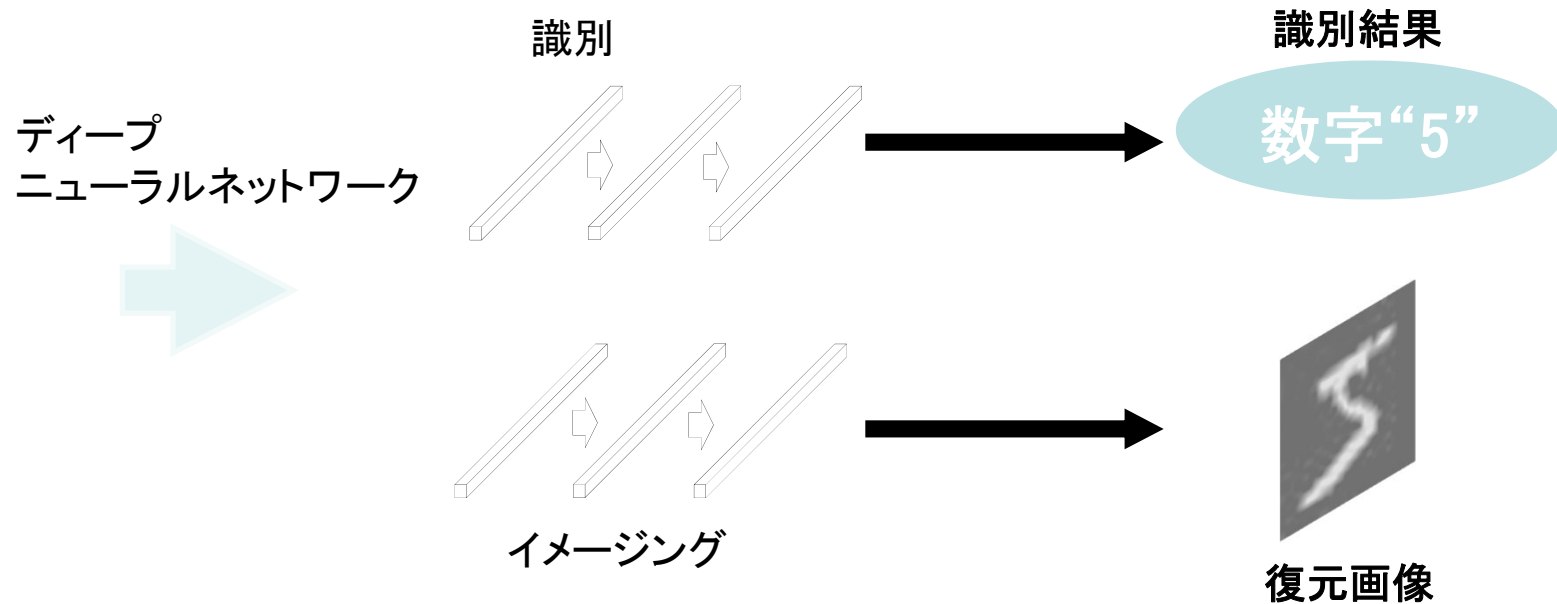
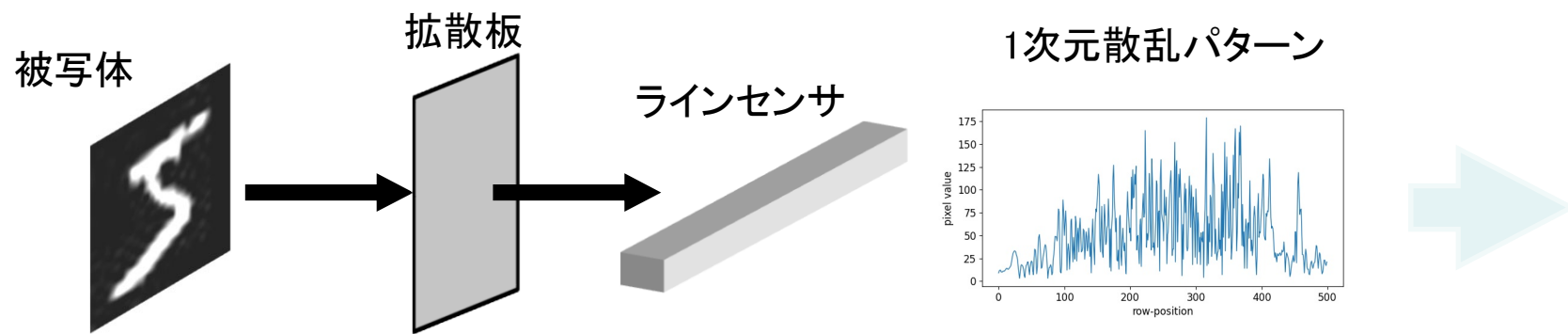
ラインセンサ

- 一般的にはスキャナーや工業用の製造ラインの検査用センサとして使用されている
- 以下の論文では、10Mfpsかつ400nm-2600nmの広い波長帯でセンシング可能なラインセンサの研究開発が進められている
 - Caselle, Michele, et al. "Ultrafast linear array detector for real-time imaging." *Optical Data Science II*. Vol. 10937. SPIE, 2019.



<https://teledyne-anafocus.com/products/ls4k-line-scan-image-sensor/>

提案手法



拡散板

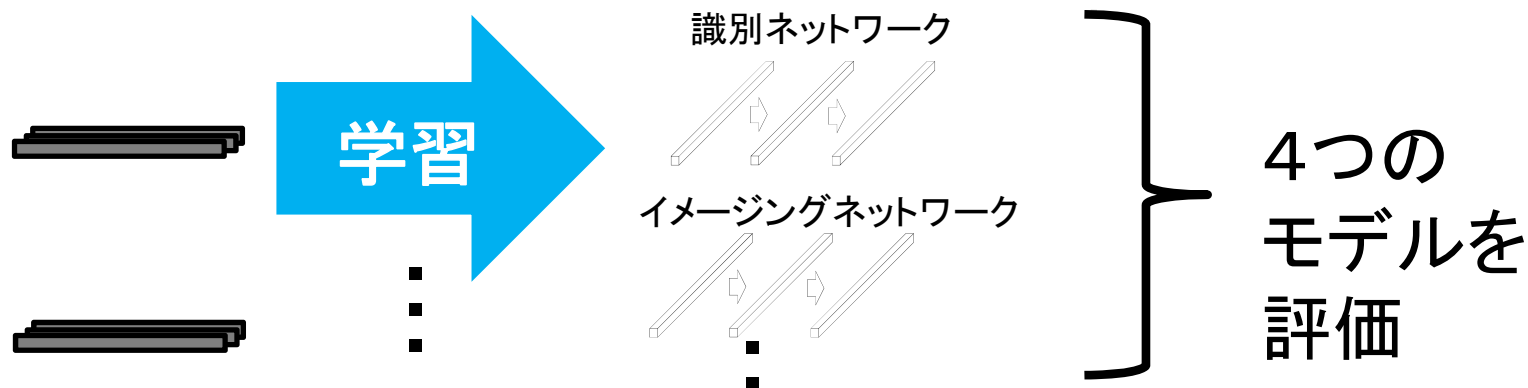
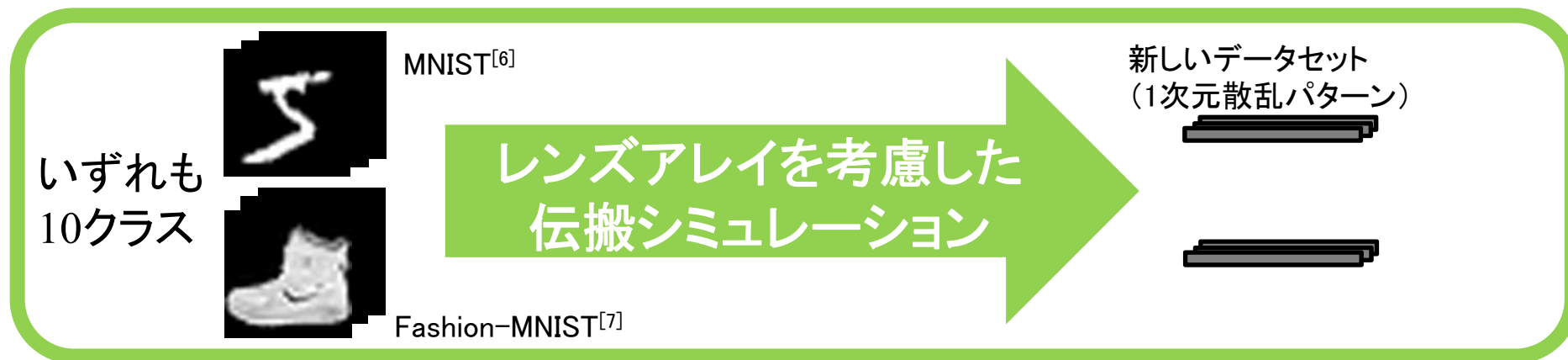


<http://www.koyo-opt.jp/filename84.html>



https://www.thorlabs.co.jp/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=1132

シミュレーション



[6] MNIST, <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>

[7] Fashion-MNIST, <https://github.com/zalandoresearch/fashion-mnist/blob/master/README.ja.md>

識別のシミュレーション

	出力サイズ(Channel×Height×Width)	
Layer	MNIST 	Fashion-MNIST 
(入力)	$1 \times 1 \times 1600$	$1 \times 1 \times 1600$
Conv1d_BN_ ReLU_MaxPool1d	$32 \times 1 \times 784$ (32ch, 32 kernel size)	$16 \times 1 \times 736$ (16ch, 128 kernel size)
Flatten	1×25088	1×11776
Dropout(0.5)	1×25088	1×11776
FC_ReLU_Dropout	1×128	1×128
FC	1×10 (データセットのクラス数)	1×10 (データセットのクラス数)

識別のシミュレーション

		MNIST 	Fashion-MNIST 
条件	訓練データ数	68000	68000
	学習率	5×10^{-6}	1×10^{-5}
	最適化手法	Adam ^[8]	Adam
	損失関数	クロスエントロピー	クロスエントロピー
	エポック	1000	500
	バッチサイズ	256	256
結果	正解率	84.4%	84.0%

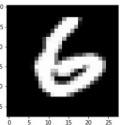
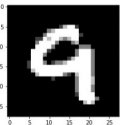
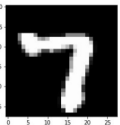
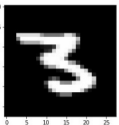
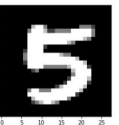
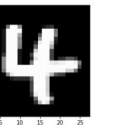
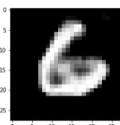
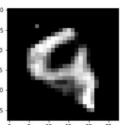
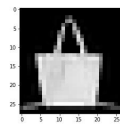
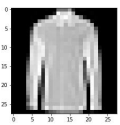
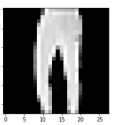
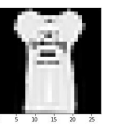
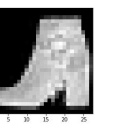
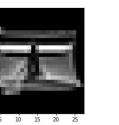
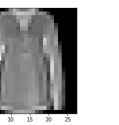
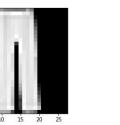
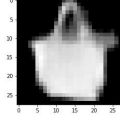
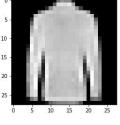
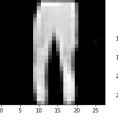
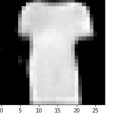
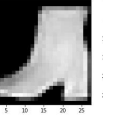
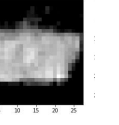
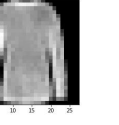
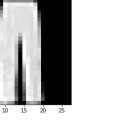
イメージングのシミュレーション

Layer	出力サイズ(Channel×Height×Width)
(入力)	$1 \times 1 \times 1600$
FC_ReLU	$1 \times 1 \times 1600$
(2次元へ変換)	$1 \times 40 \times 40$
ConvTp_BN_ReLU	$32 \times 35 \times 35$
ConvTp_BN_ReLU	$64 \times 30 \times 30$
ConvTp_BN_ReLU	$128 \times 29 \times 29$
ConvTp_BN_ReLU	$1 \times 28 \times 28$ (MNIST/Fashion-MNISTのサイズ)

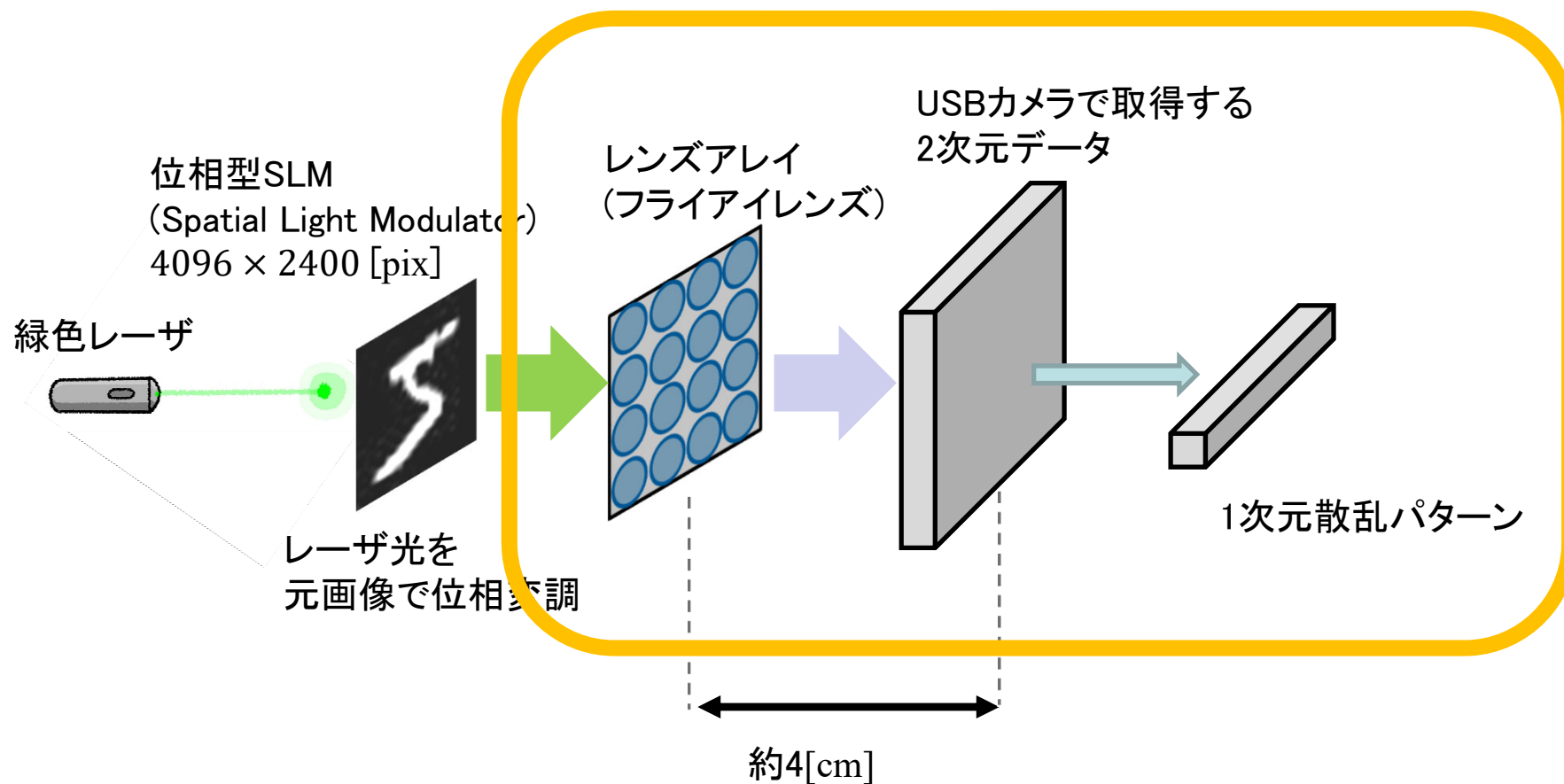
イメージングのシミュレーション

		MNIST 	Fashion-MNIST 
条件	訓練データ数	68000	68000
	学習率	5×10^{-6}	1×10^{-5}
	最適化手法	Adam	Adam
	損失関数	平均2乗誤差	平均2乗誤差
	エポック	3000	600
	バッチサイズ	256	256
結果	PSNR ^[9] [dB]	16.88	18.31
	SSIM	0.7678	0.6670

イメージングのシミュレーション

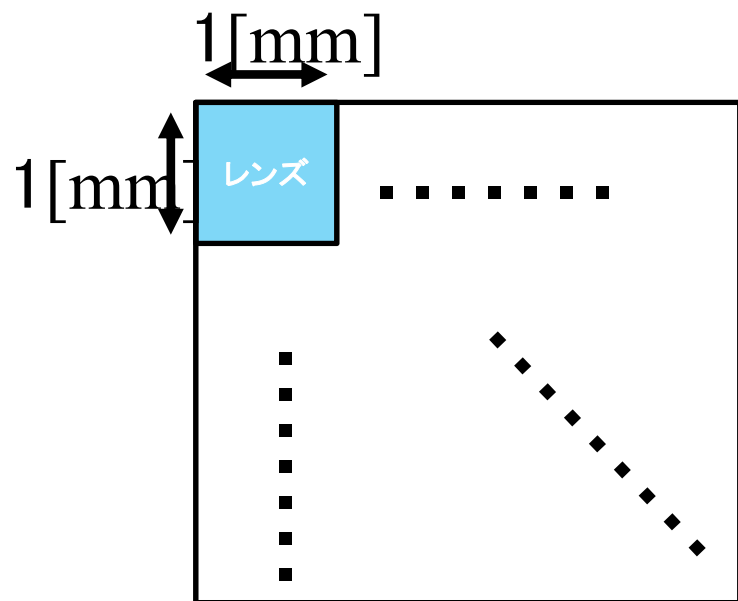
MNIST	元画像								
	復元画像								
Fashion-MNIST	元画像								
	復元画像								

光学実験



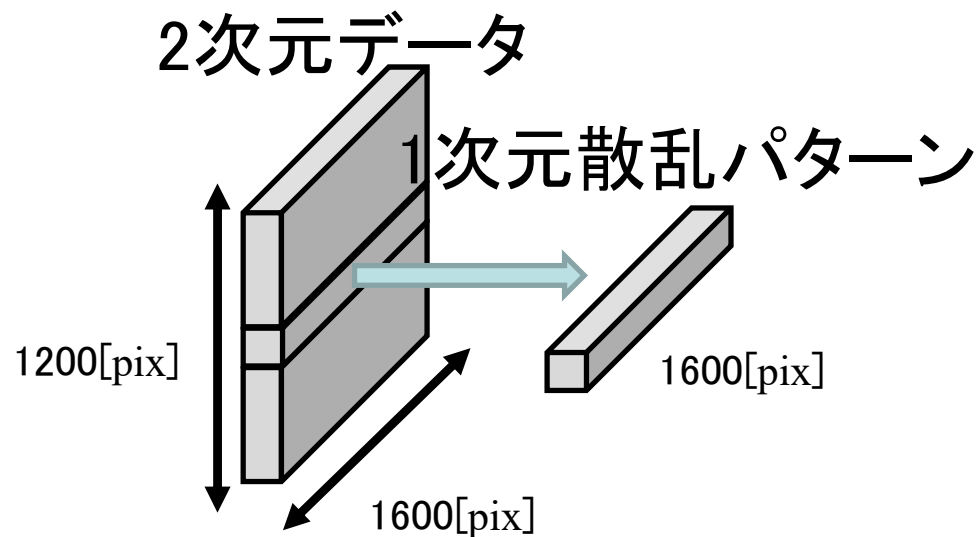
提案手法の概要

レンズアレイ(フライアイレンズ)

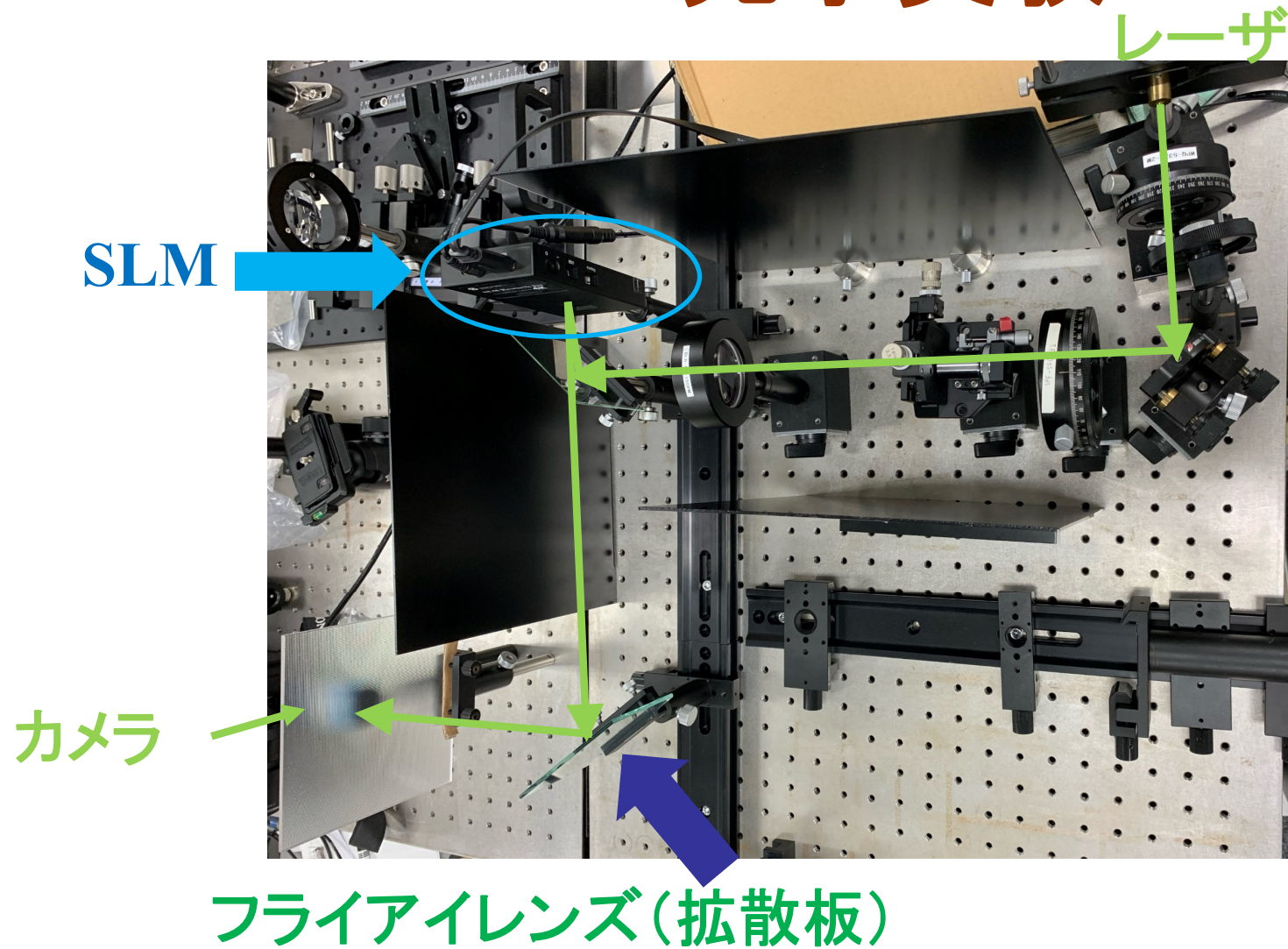


焦点距離: 3.3[mm]

モノクロUSBカメラ



光学実験



光学実験の識別ネットワーク

	出力サイズ(Channel×Height×Width)	
Layer	MNIST 	Fashion-MNIST 
(入力)	$1 \times 1 \times 1600$	$1 \times 1 \times 1600$
Conv1d_BN_ ReLU_MaxPool1d	$16 \times 1 \times 736$ (16ch, 128 kernel size)	$32 \times 1 \times 544$ (32ch, 512 kernel size)
Flatten	1×11776	1×17408
Dropout(0.5)	1×11776	1×17408
FC_ReLU_Dropout	1×128	1×128
FC	1×10 (データセットのクラス数)	1×10 (データセットのクラス数)

光学実験の結果(識別)

		MNIST 	Fashion-MNIST 
条件	訓練データ数	68000	68000
	学習率	1×10^{-5}	1×10^{-5}
	最適化手法	Adam	Adam
	損失関数	クロスエントロピー	クロスエントロピー
	エポック	1000	1000
	バッチサイズ	256	256
結果	正解率	87.7%(84.4%)	73.7%(84.0%)

実験(シミュレーション)

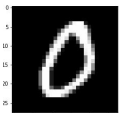
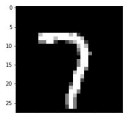
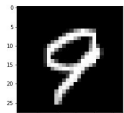
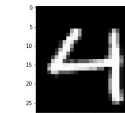
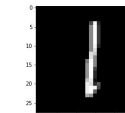
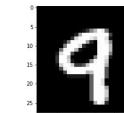
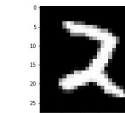
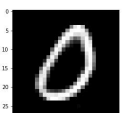
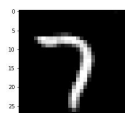
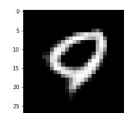
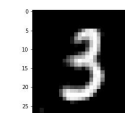
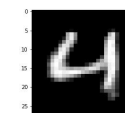
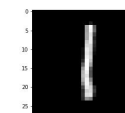
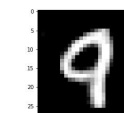
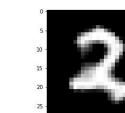
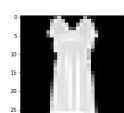
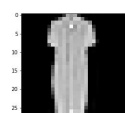
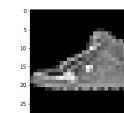
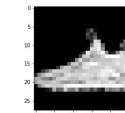
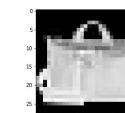
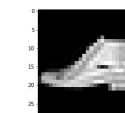
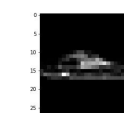
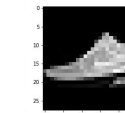
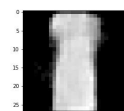
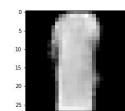
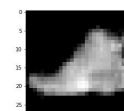
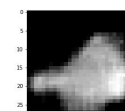
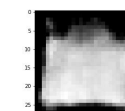
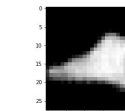
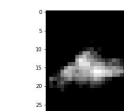
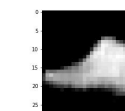
光学実験のイメージング用ネットワーク

Layer	出力サイズ(Channel×Height×Width)
(入力)	$1 \times 1 \times 1600$
FC_ReLU	$1 \times 1 \times 1600$
(2次元へ変換)	$1 \times 40 \times 40$
ConvTp_BN_ReLU	$32 \times 35 \times 35$
ConvTp_BN_ReLU	$64 \times 30 \times 30$
ConvTp_BN_ReLU	$128 \times 29 \times 29$
ConvTp_BN_ReLU	$1 \times 28 \times 28$ (MNIST/Fashion-MNISTのサイズ)

光学実験の結果（イメージング）

		MNIST 	Fashion-MNIST 
条件	訓練データ数	68000	68000
	学習率	1×10^{-5}	1×10^{-5}
	最適化手法	Adam	Adam
	損失関数	平均2乗誤差	平均2乗誤差
	エポック	300	600
	バッチサイズ	256	256
結果	PSNR ^[9] [dB]	16.49	14.74
	SSIM	0.7409	0.4979

光学実験の結果（イメージング）

MNIST	元画像								
	復元画像								
Fashion-MNIST	元画像								
	復元画像								

実用化に向けた課題

- 現在、提案手法について簡単な画像をラインセンサを用いてワンショット識別・イメージングが可能のところまで開発済み
- 今後、より実用的な対象について実験データを取得し、提案手法の有効性を確かめる

企業への期待

- 光学技術やセンサの技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、一風変わったイメージング技術を開発中の企業には、本技術の導入が有効と思われる

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : イメージング装置およびこれを用いた画像識別方法および画像再構成方法
- 出願番号 : 特願2022-044866
- 出願人 : 千葉大学
- 発明者 : 下馬場朋禄

お問い合わせ先

**千葉大学 学術研究・イノベーション推進機構
プロジェクト推進部門**

TEL : 043-290-3048

FAX : 043-290-3519

e-mail: ccrcu@faculty.chiba-u.jp