



ポスター資料
スライド資料

穴位置不確実 Peg-in-hole のための 疑似力覚を組み込む深層模倣学習

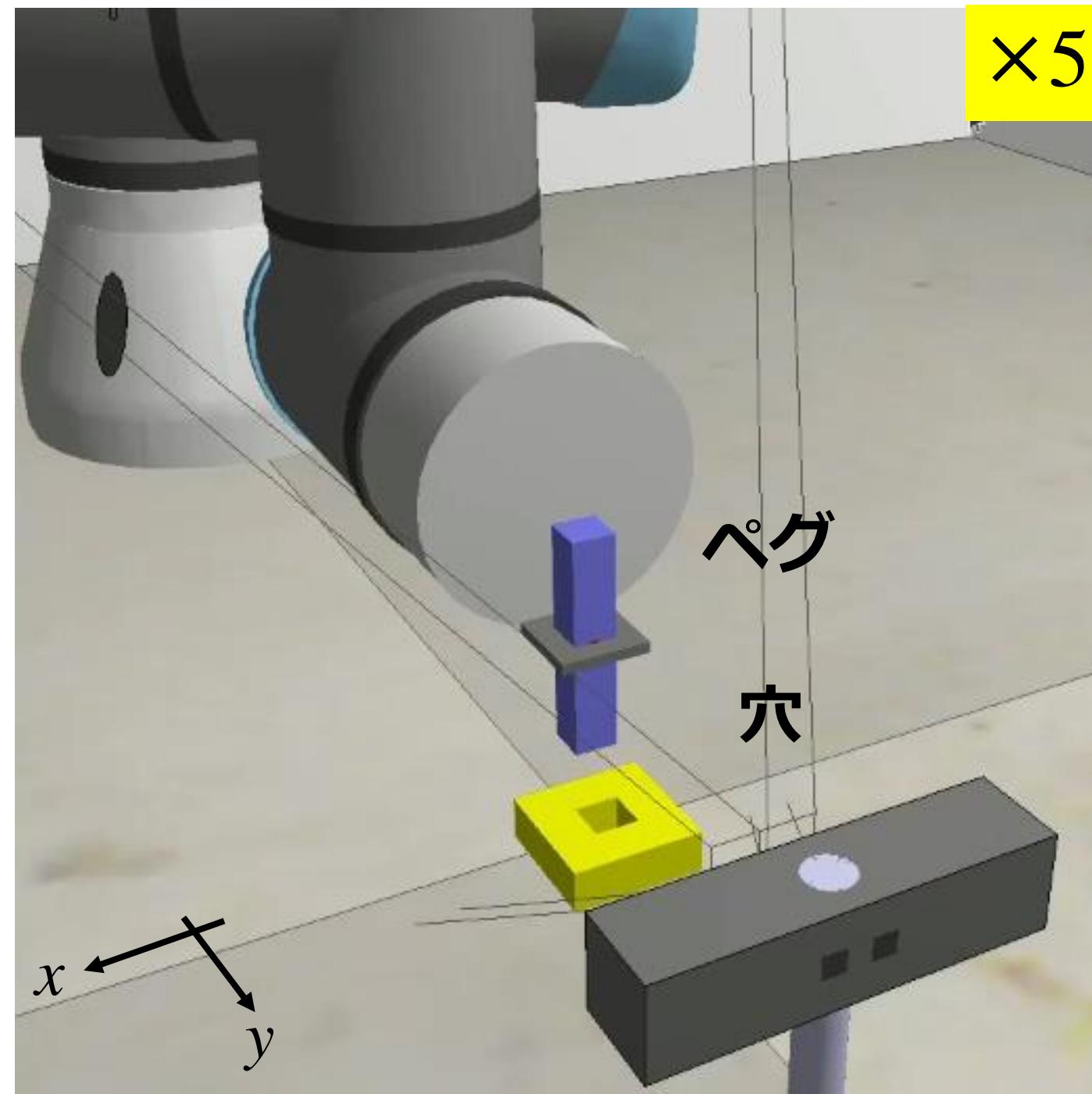
丹羽 靖治 † , 相澤 宏旭 ‡ , 加藤 邦人 †

† : 岐阜大学 工学部

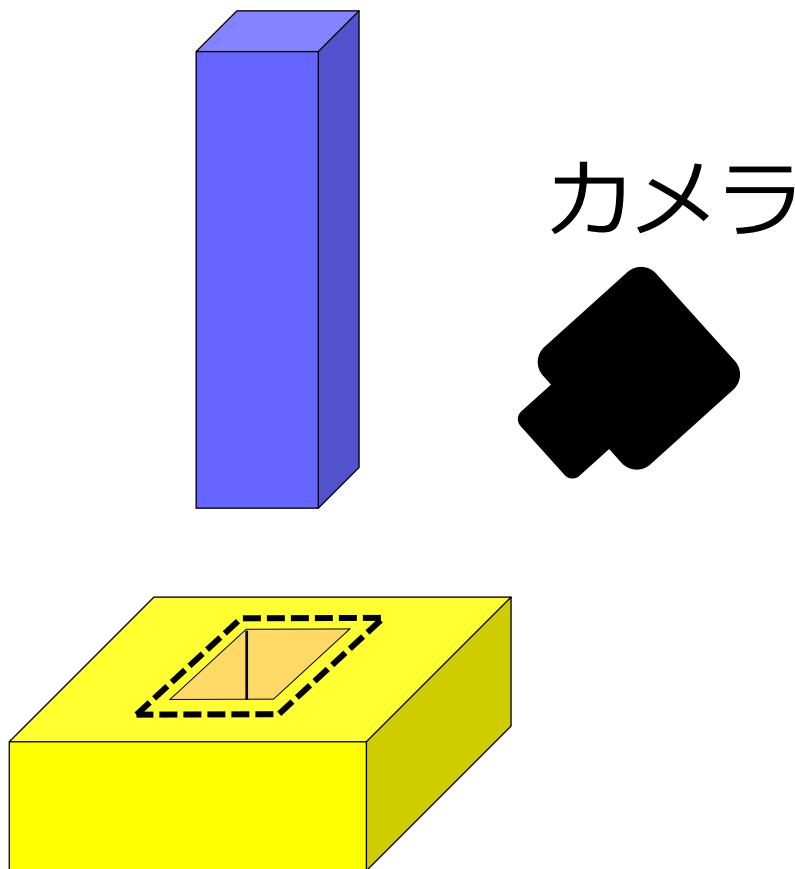
‡ : 広島大学 先進理工系科学研究科

研究対象

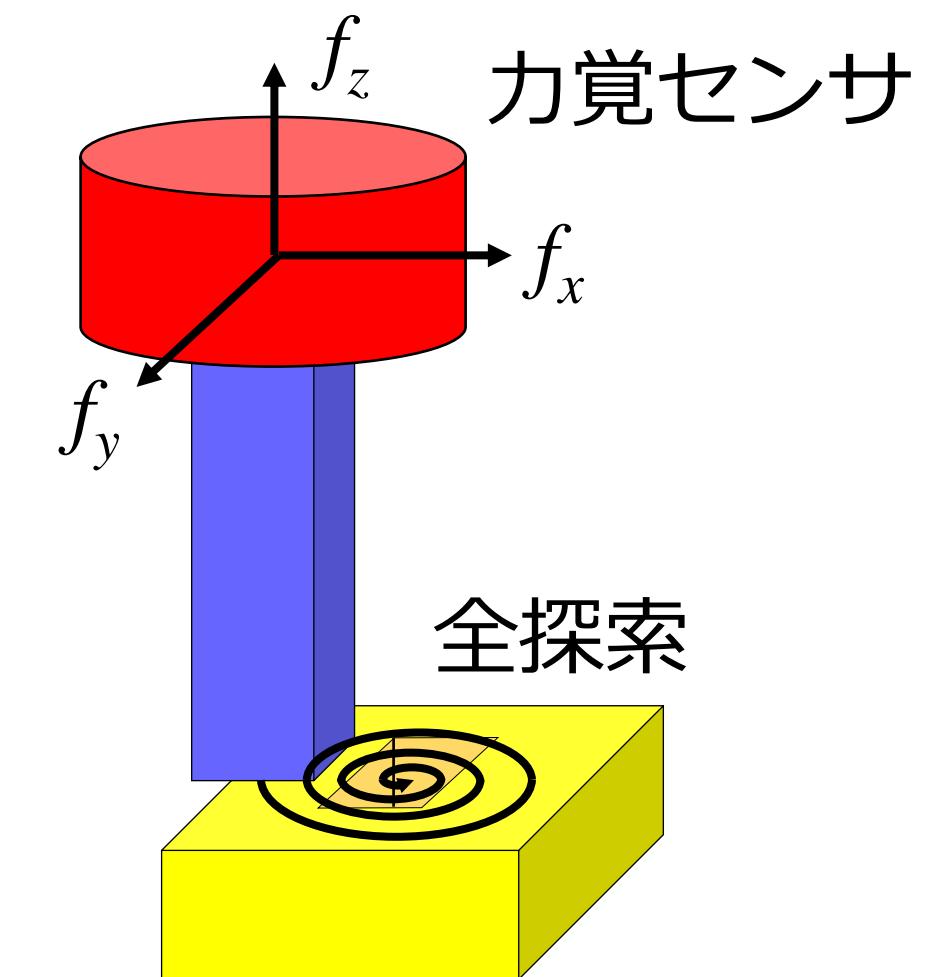
- Peg-in-hole + 穴の位置ランダム



既存手法

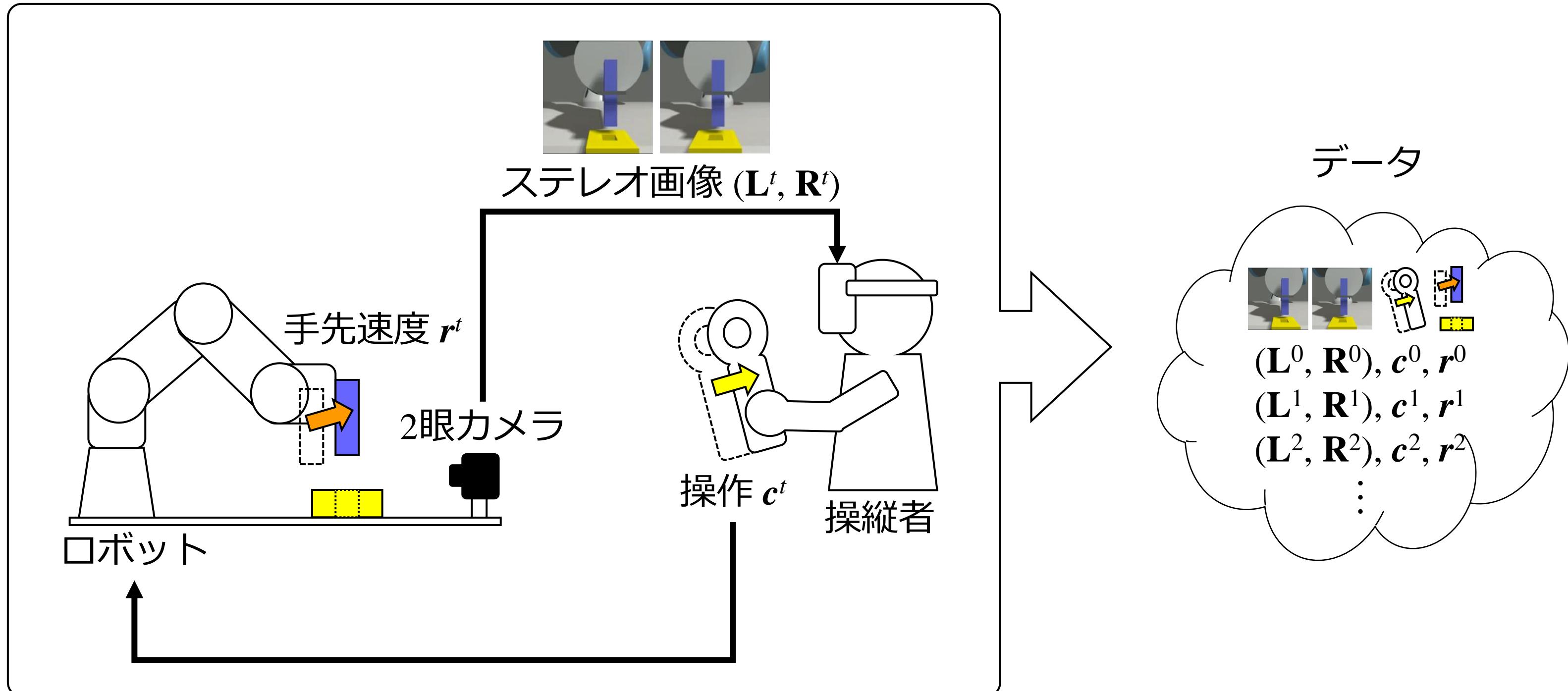


検出誤差 → 挿入失敗



所要時間

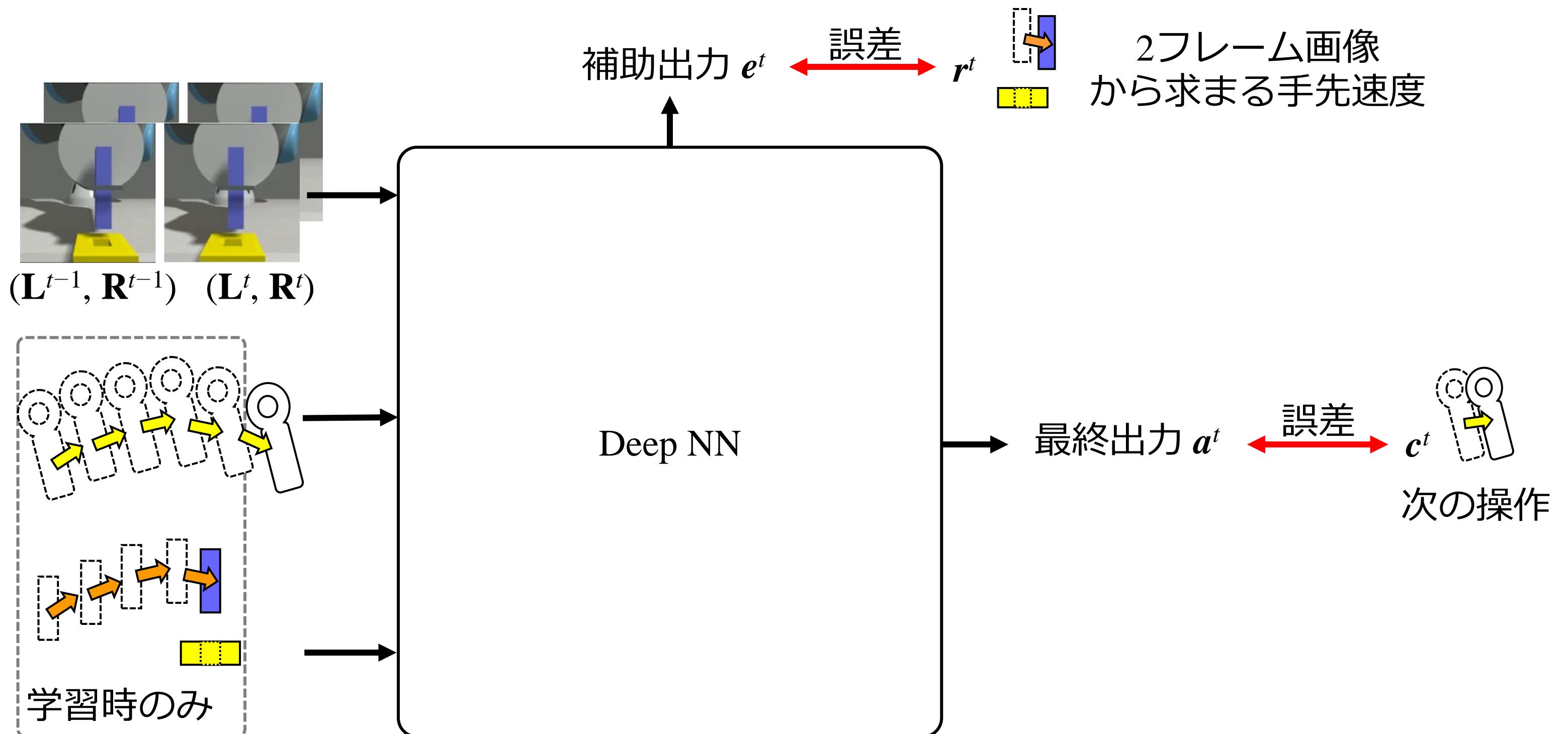
実演からの学習



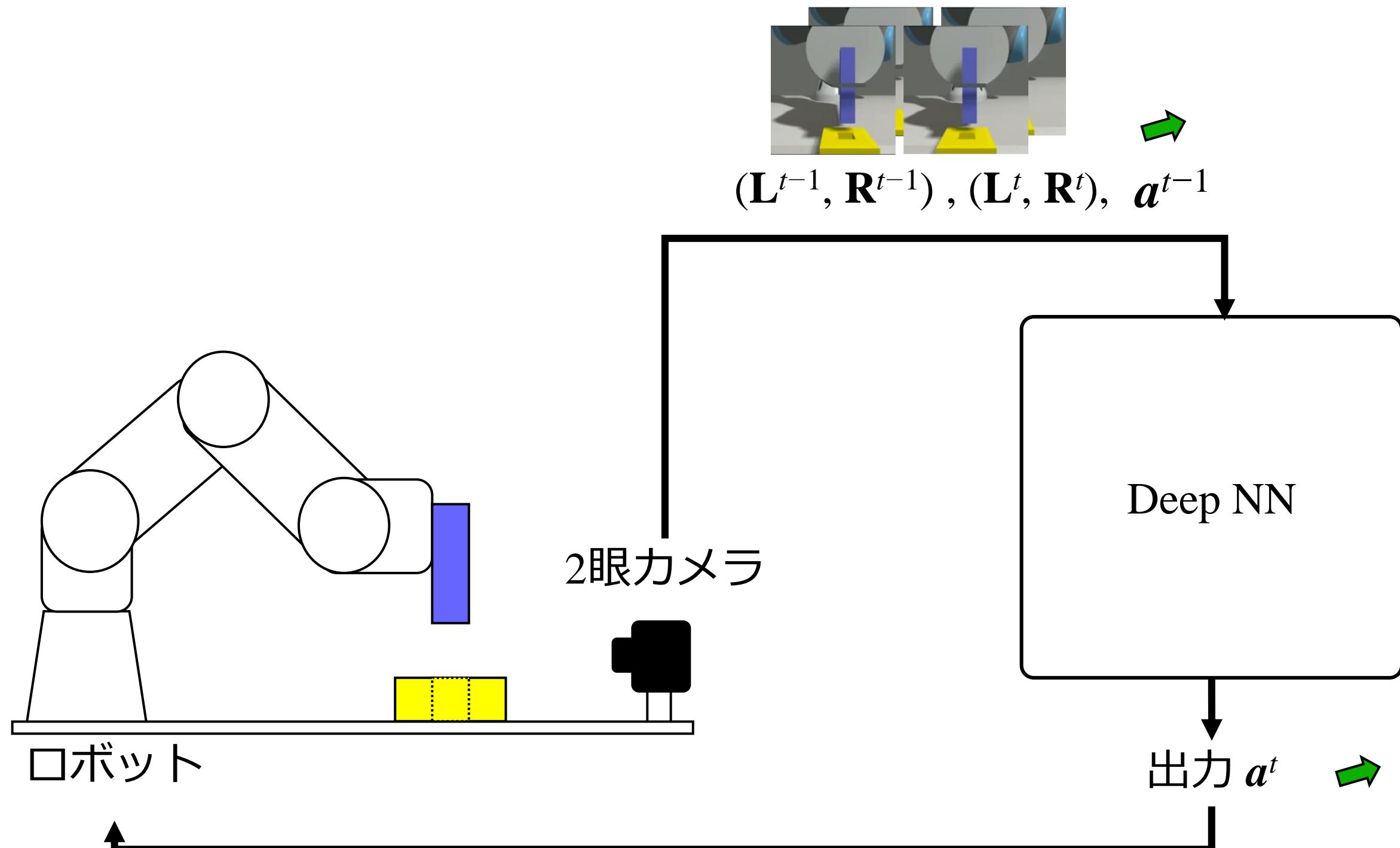


ポスター資料
スライド資料

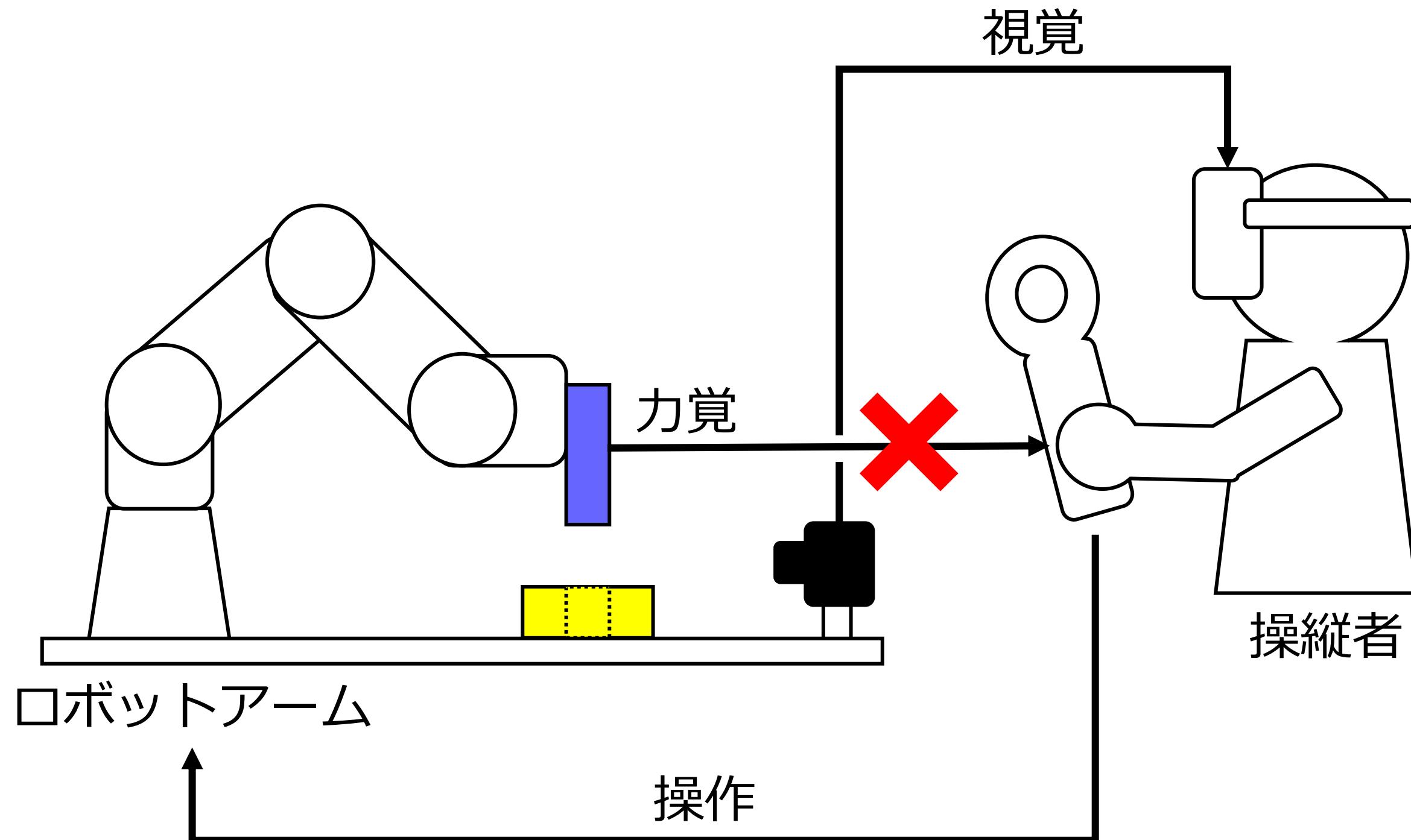
学習



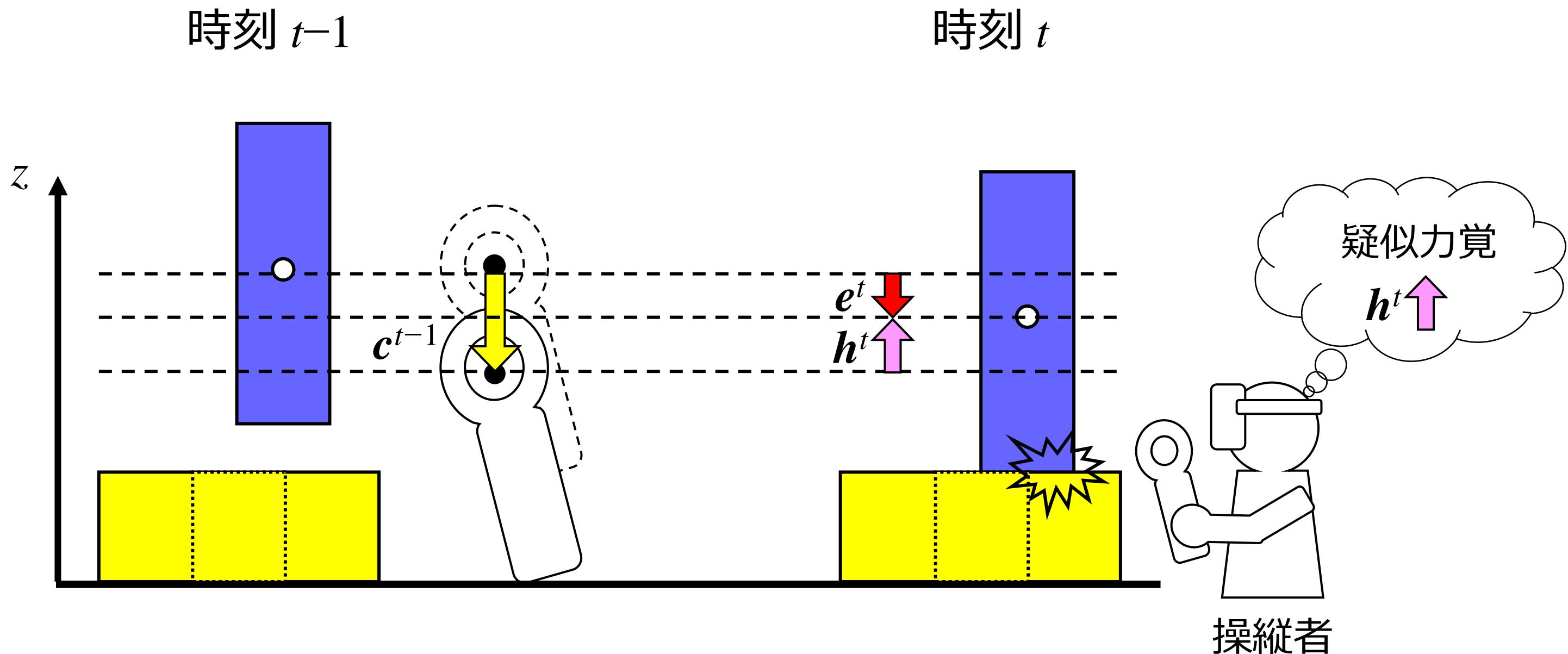
自動化



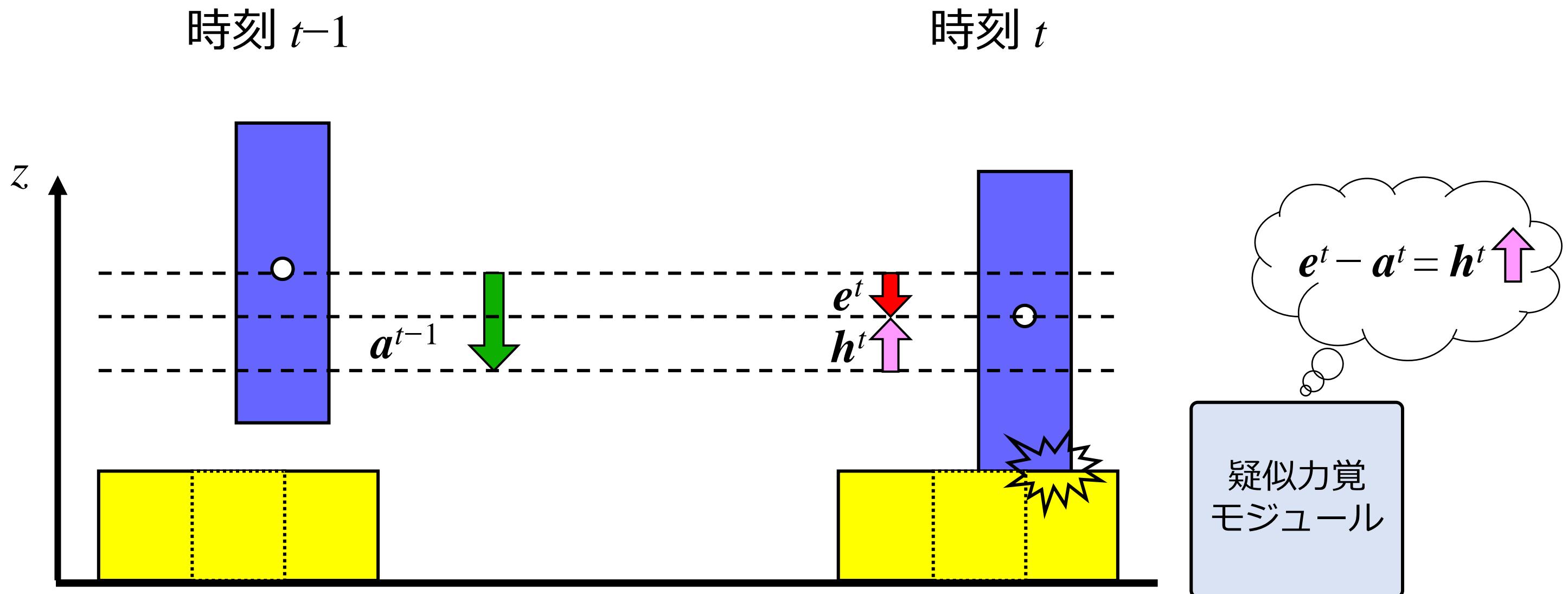
力覚提示の課題



疑似力覚

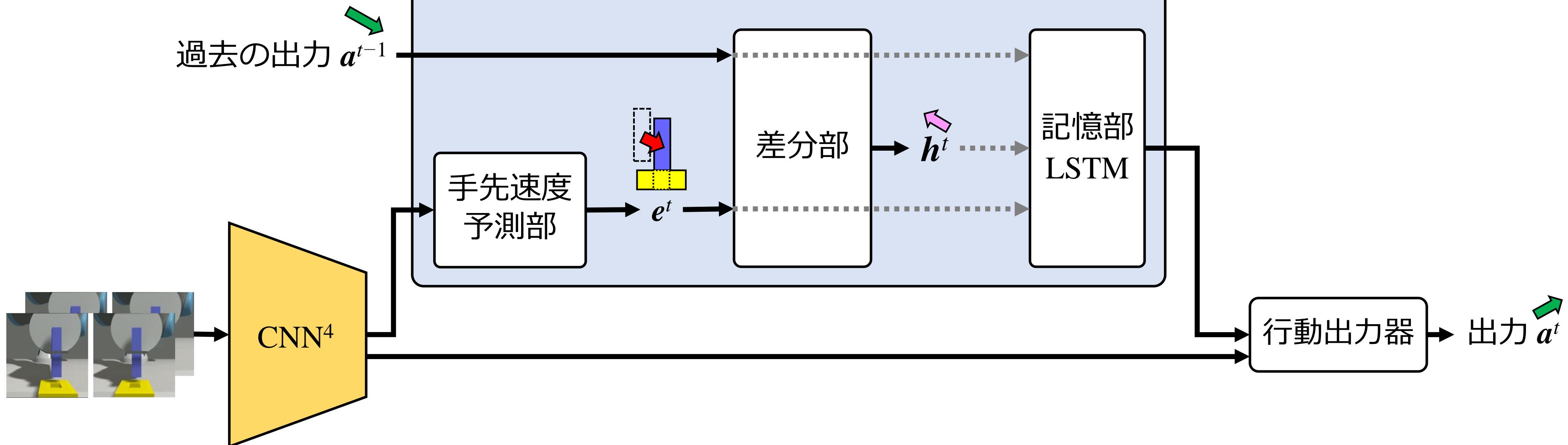


疑似力覚





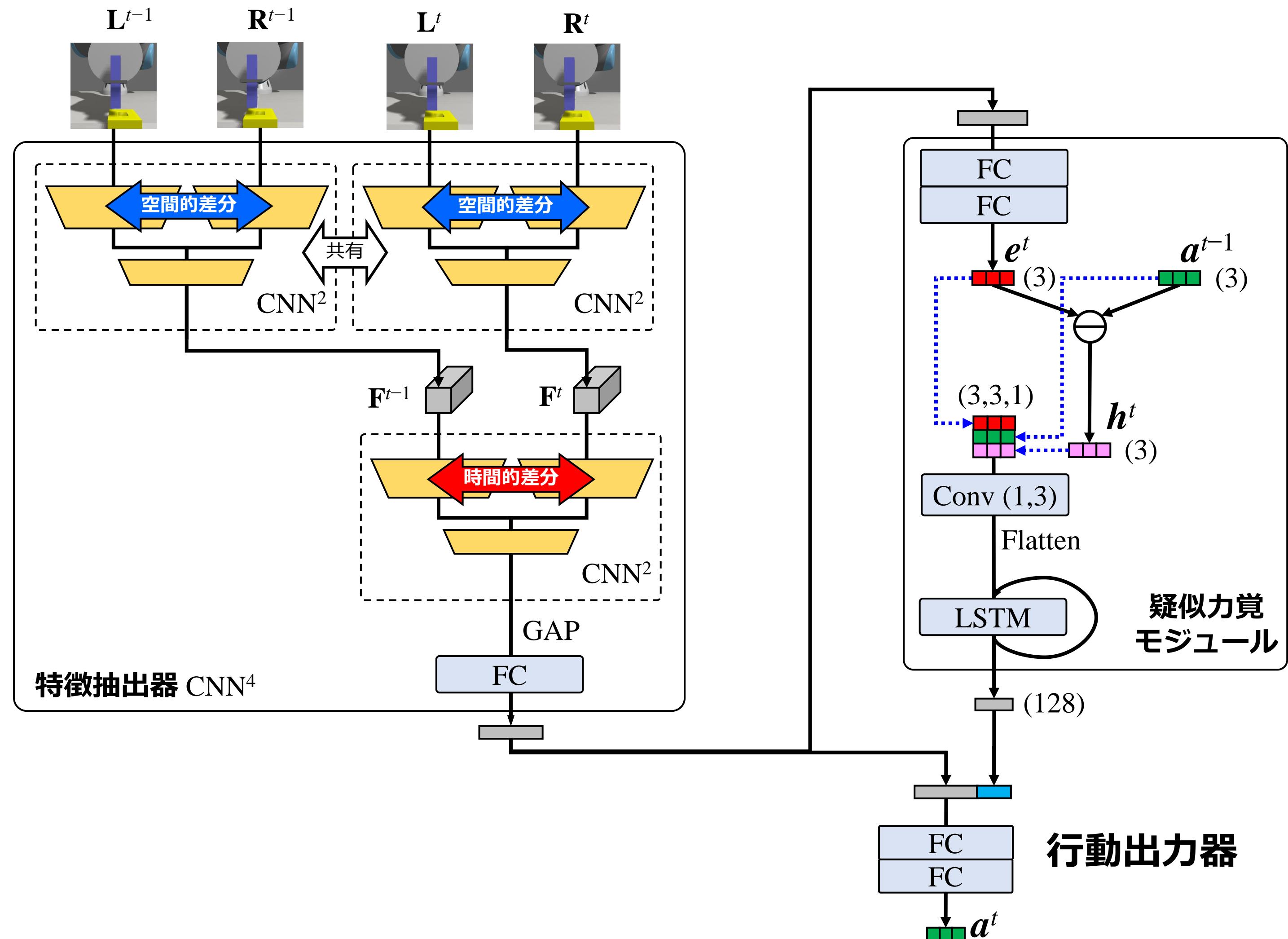
提案② 疑似力覚モジュール PHM



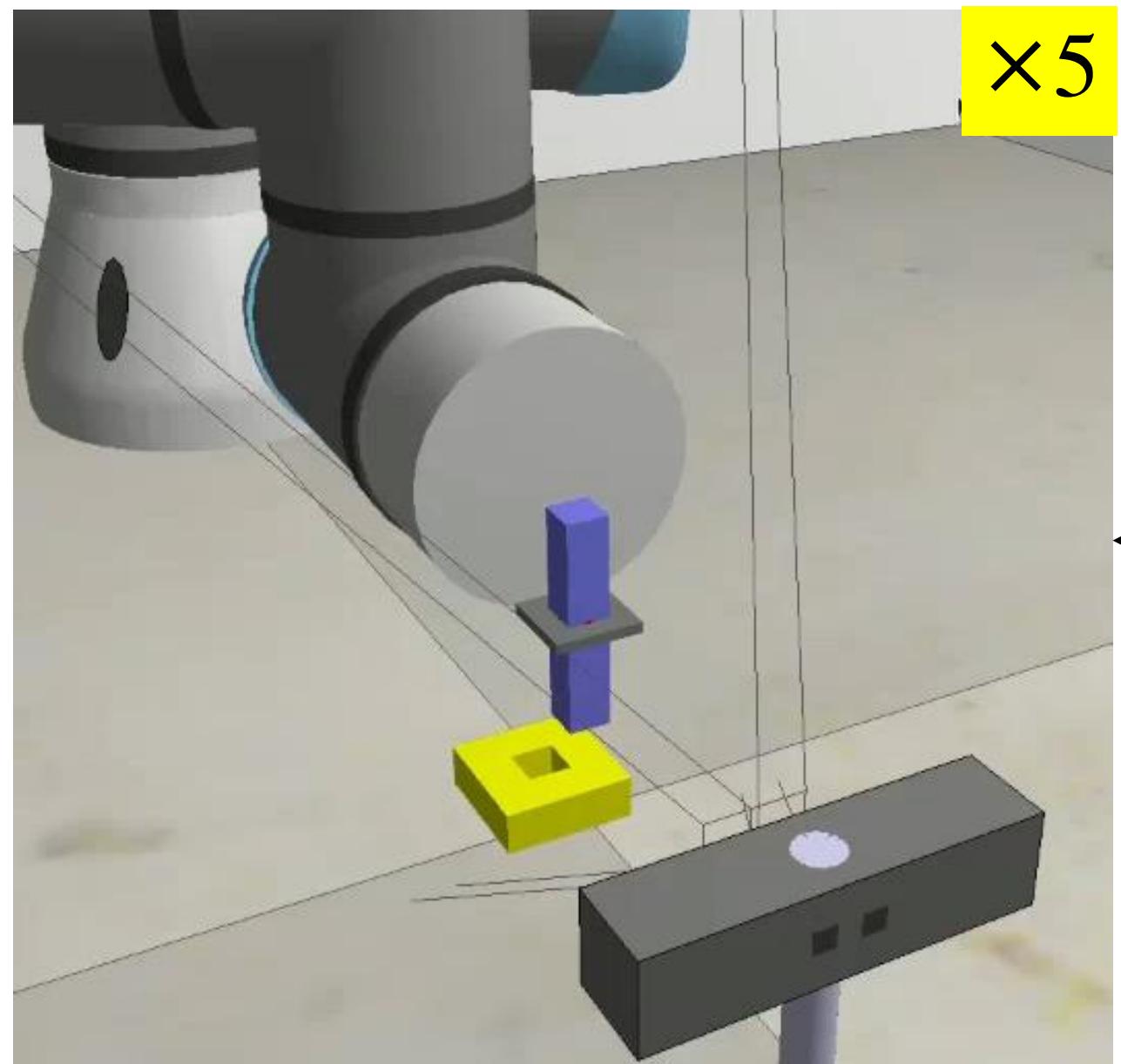
提案①
空間的，時間的差分を考慮した特徴抽出器



ポスター資料
スライド資料



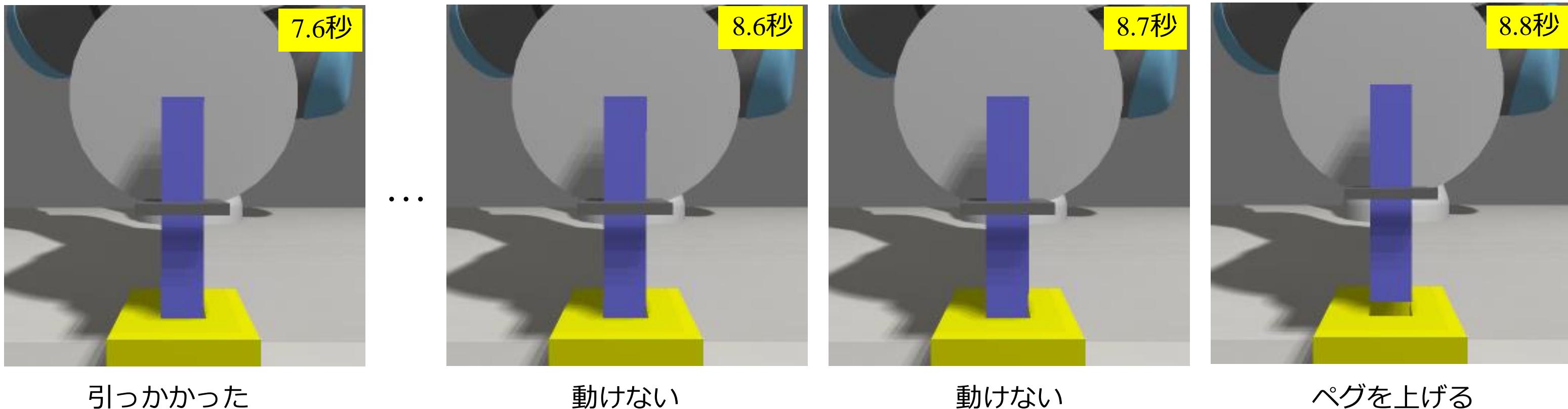
実験結果



表I：制限時間を60秒としたときの
1000個の穴に対する成功率と平均所要時間

	成功率 [%]	平均所要時間 [秒]
Vanilla (1frame)	89.5	16.3
Vanilla (2frame)	92.3	14.0
CNN ² (1frame)	92.9	14.1
CNN ² (2frame)	91.3	14.0
CNN ⁴	95.6	12.2
CNN ⁴ + PHM	97.2	10.0

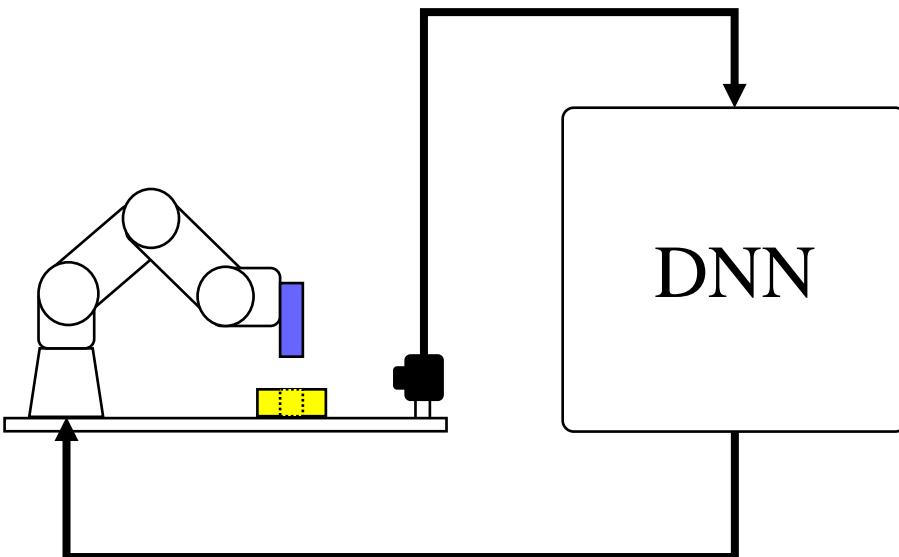
PHM で探索中の引っかかりに対応



まとめ

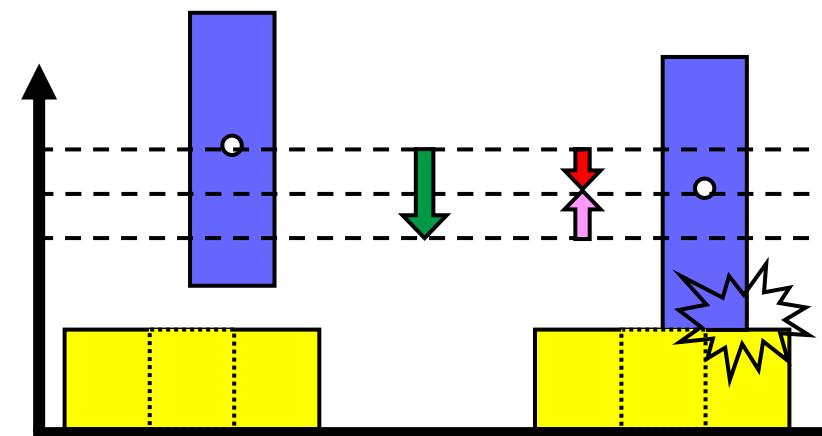
対象

- 位置がランダムな穴に、ペグ挿入



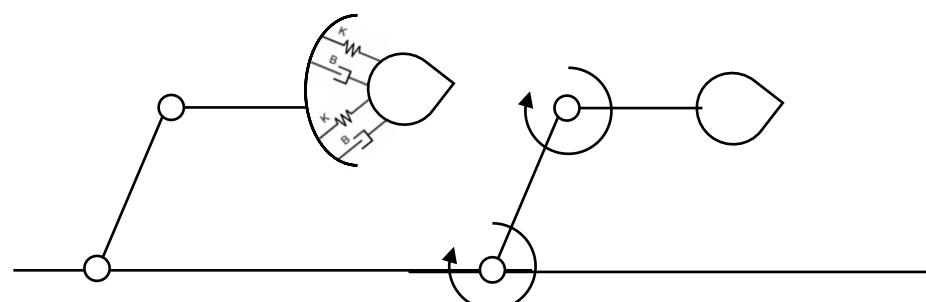
手法

- 視覚フィードバック（実演からの学習）
- 疑似力覚モジュール



課題

- 挿入時のひっかかり
- 「しなやかさ」を与える（インピーダンス制御）



補助資料

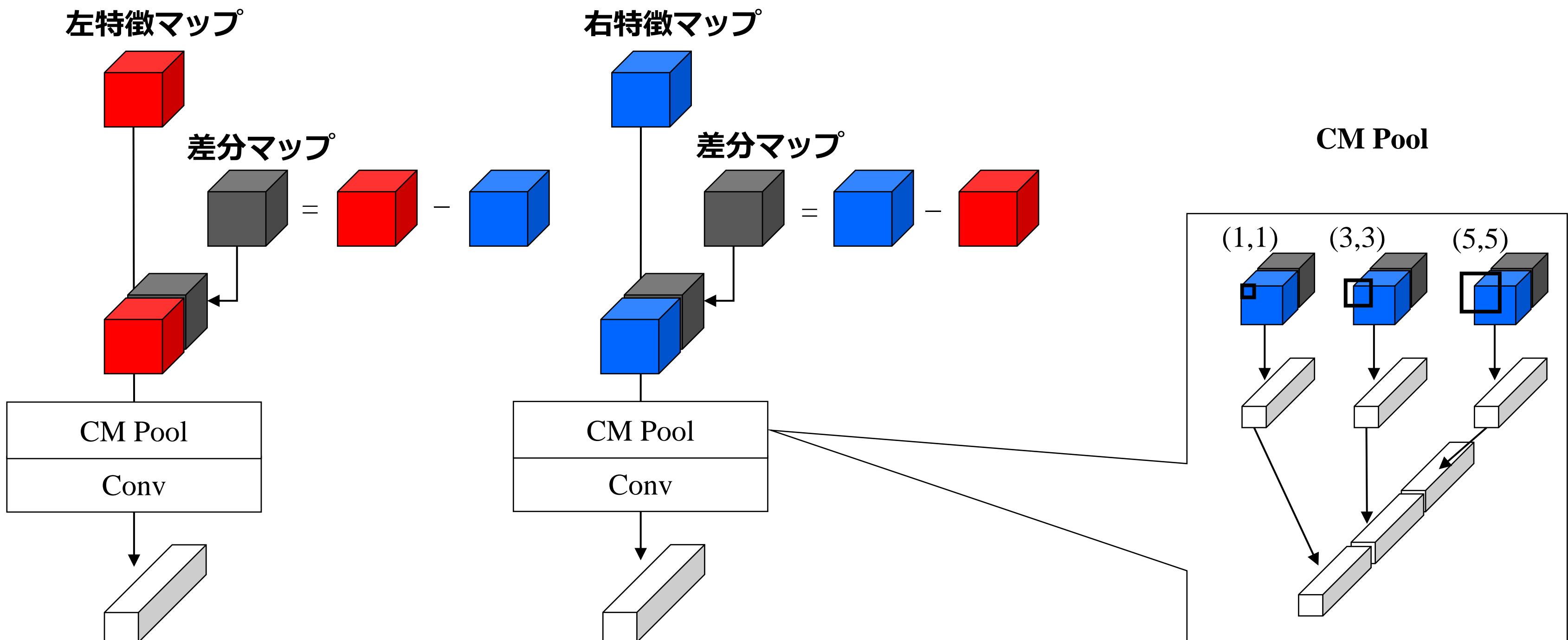
補助資料

実驗B 「Peg-in-hole」



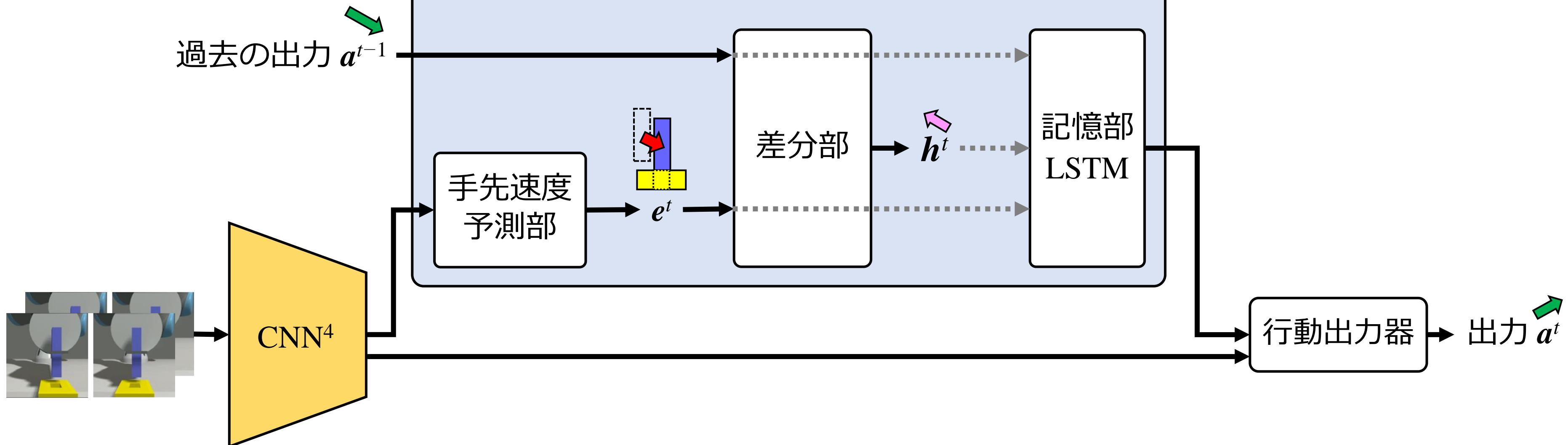
ポスター資料
スライド資料

CNN²の論文で提案された「差分あり畳み込み」 + 「CM Pool」





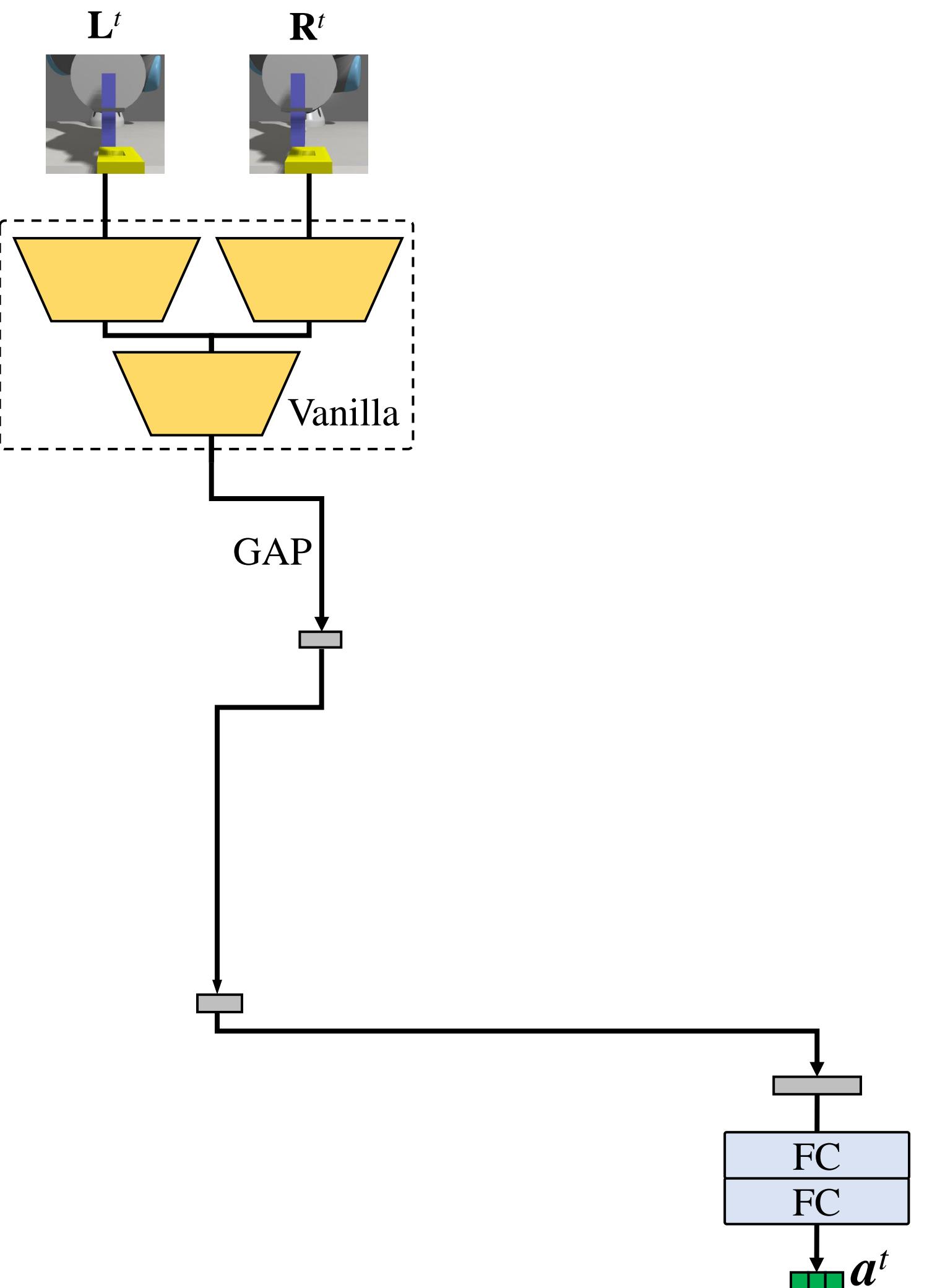
提案② 疑似力覚モジュール PHM



提案①
空間的，時間的差分を考慮した特徴抽出器

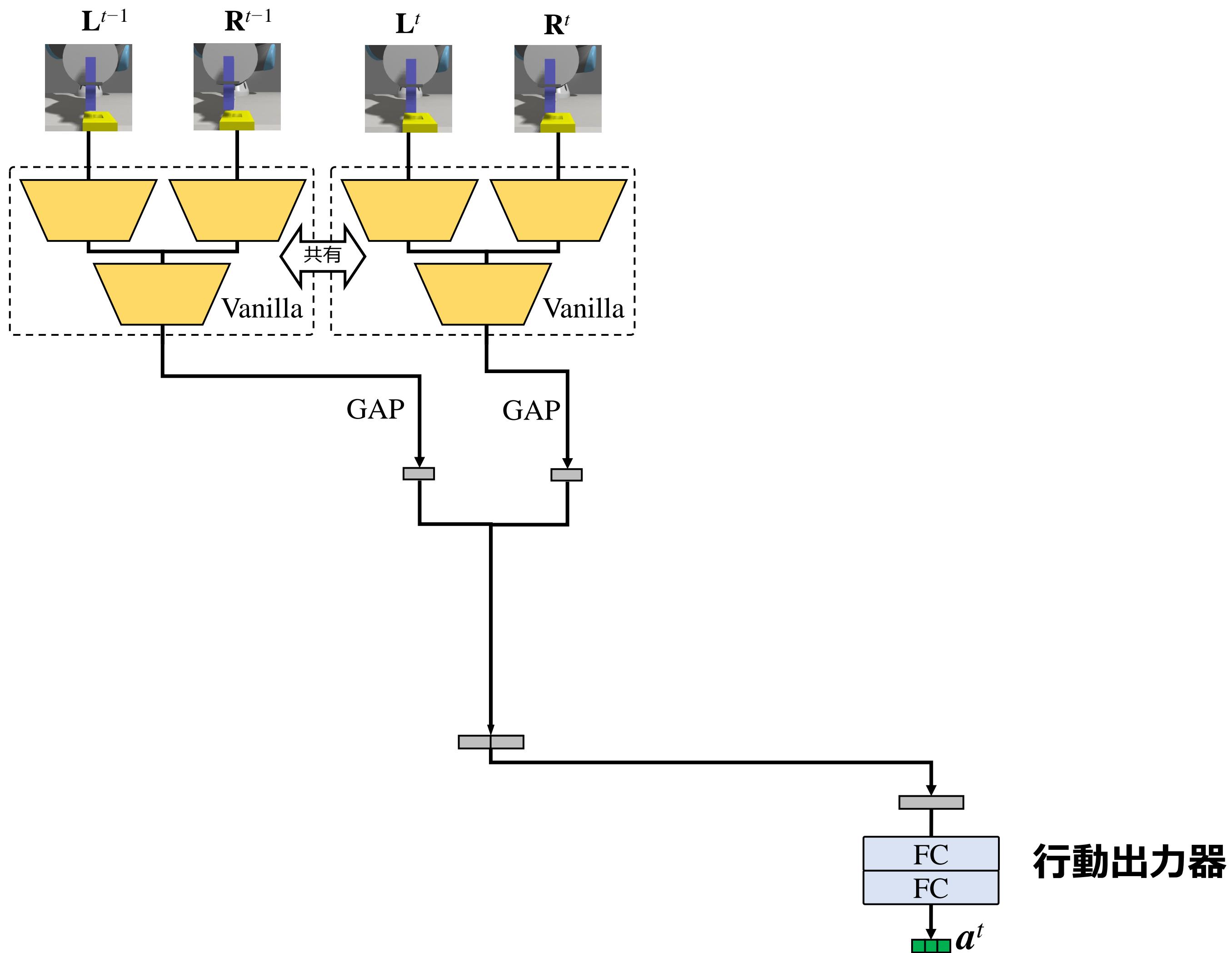


ポスター資料
スライド資料



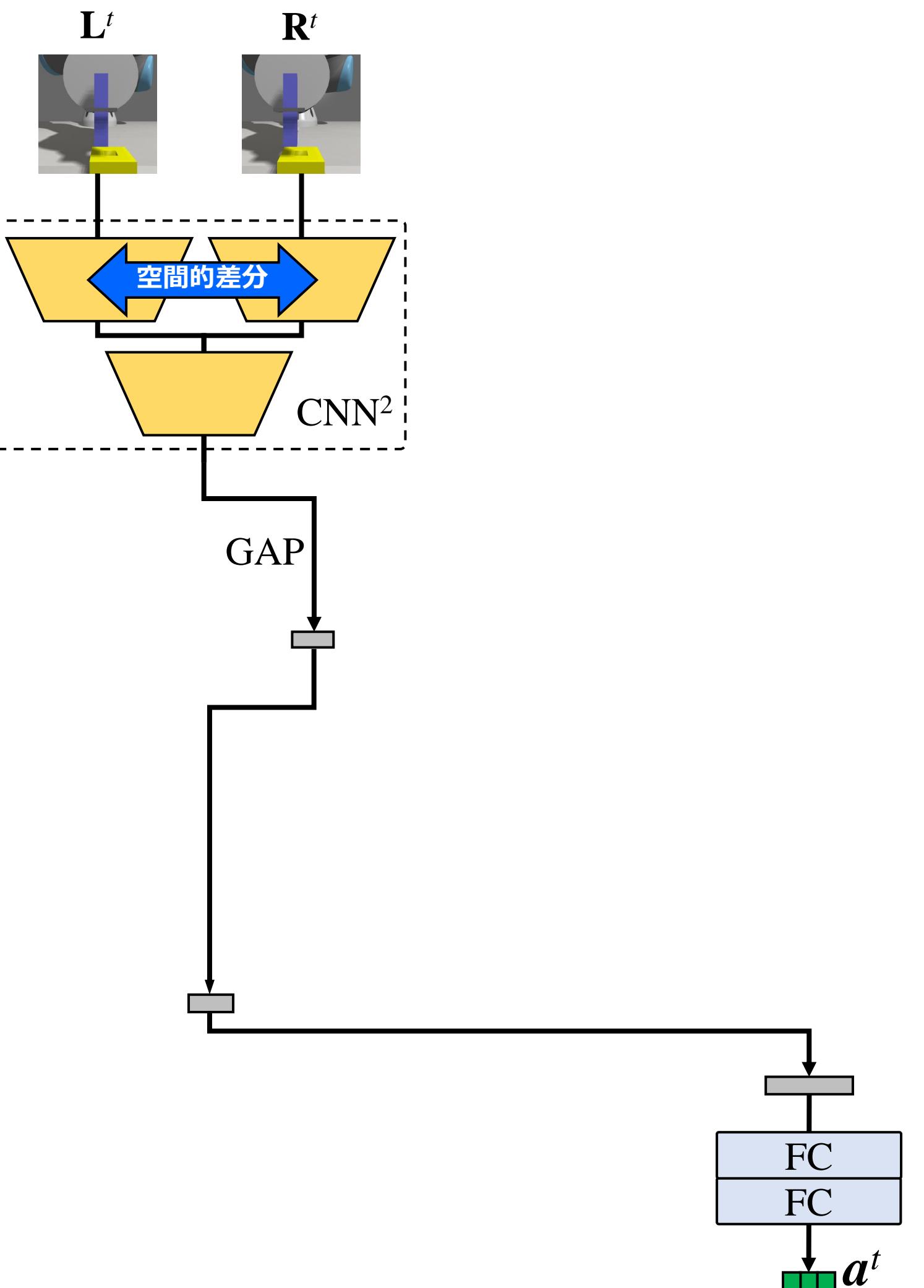


ポスター資料
スライド資料





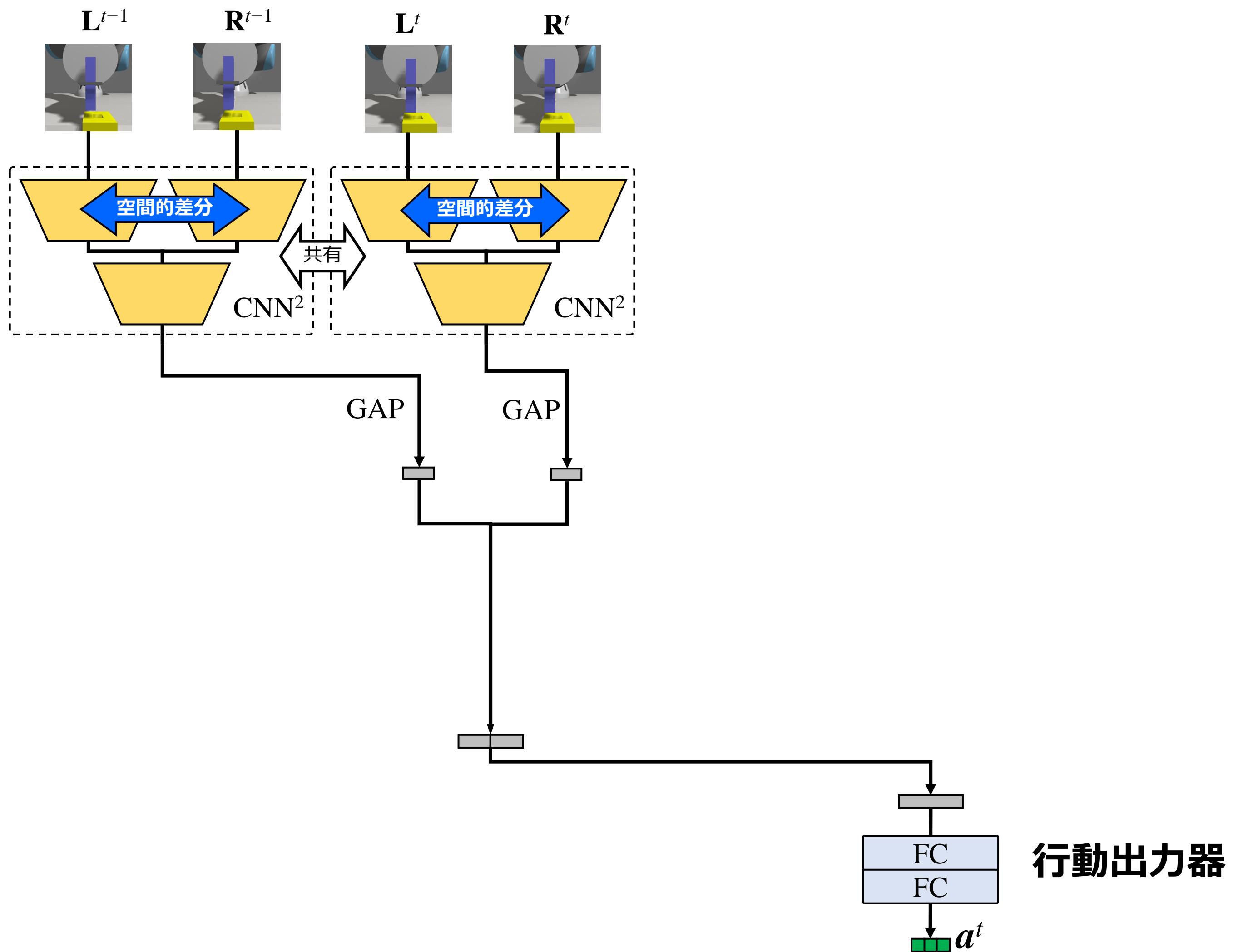
ポスター資料
スライド資料



行動出力器

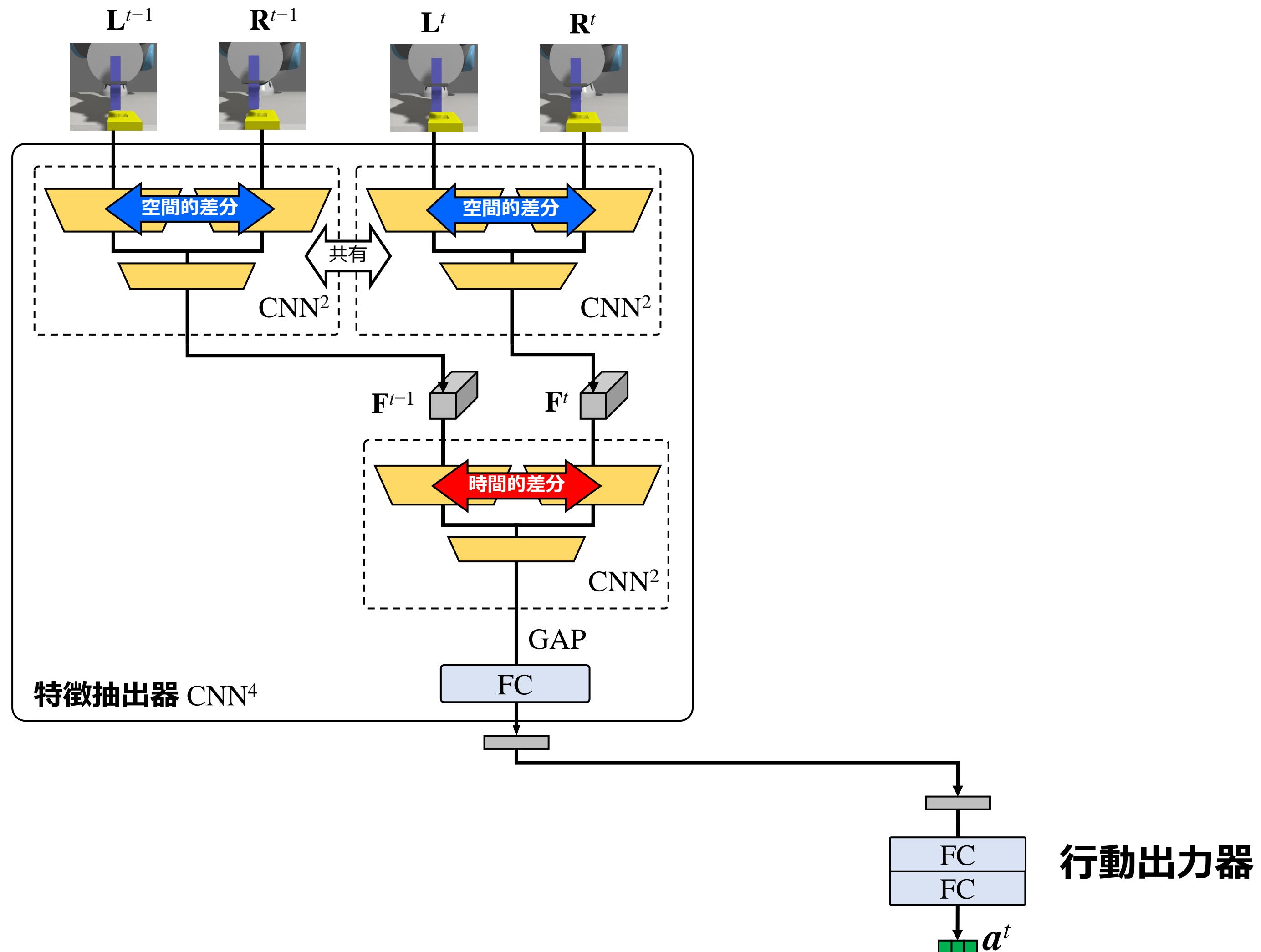


ポスター資料
スライド資料



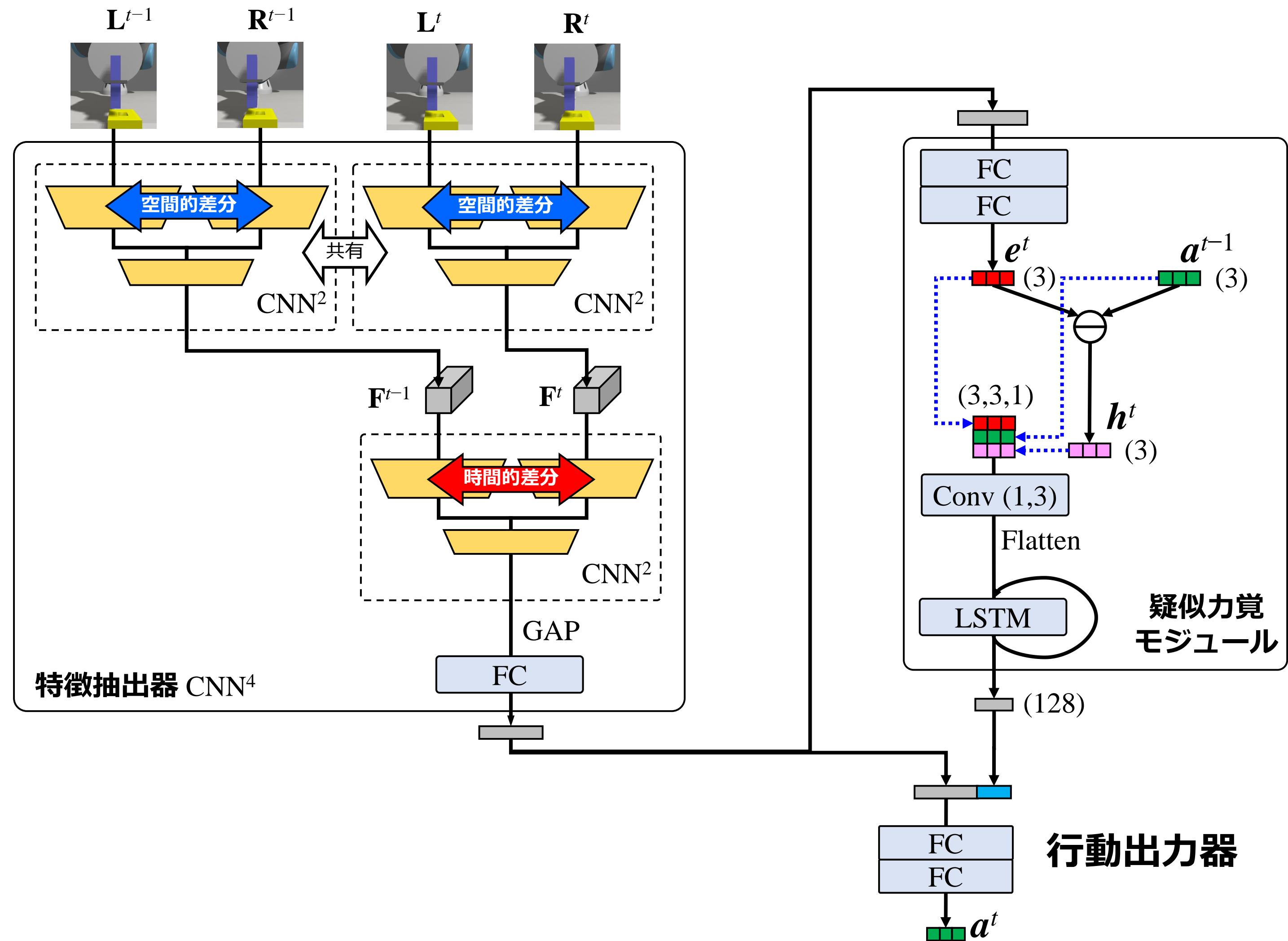


ポスター資料
スライド資料





ポスター資料
スライド資料





ポスター資料
スライド資料

実験B 結果

表I：制限時間を60秒としたときの
1000個の穴に対する成功率と平均所要時間

	成功率 [%]	平均所要時間 [秒]
Vanilla (1frame)	89.5	16.3
Vanilla (2frame)	92.3	14.0
CNN ² (1frame)	92.9	14.1
CNN ² (2frame)	91.3	14.0
CNN ⁴	95.6	12.2
CNN ⁴ + PHM	97.2	10.0



制限時間別の成功率

ポスター資料
スライド資料

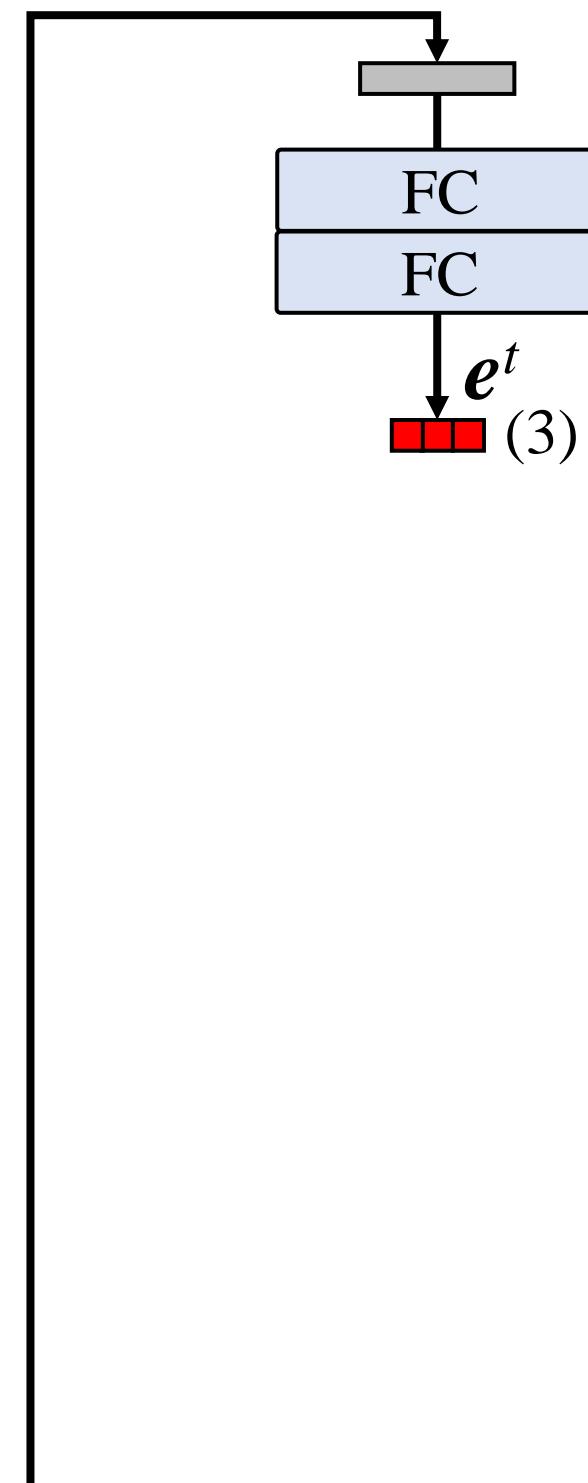
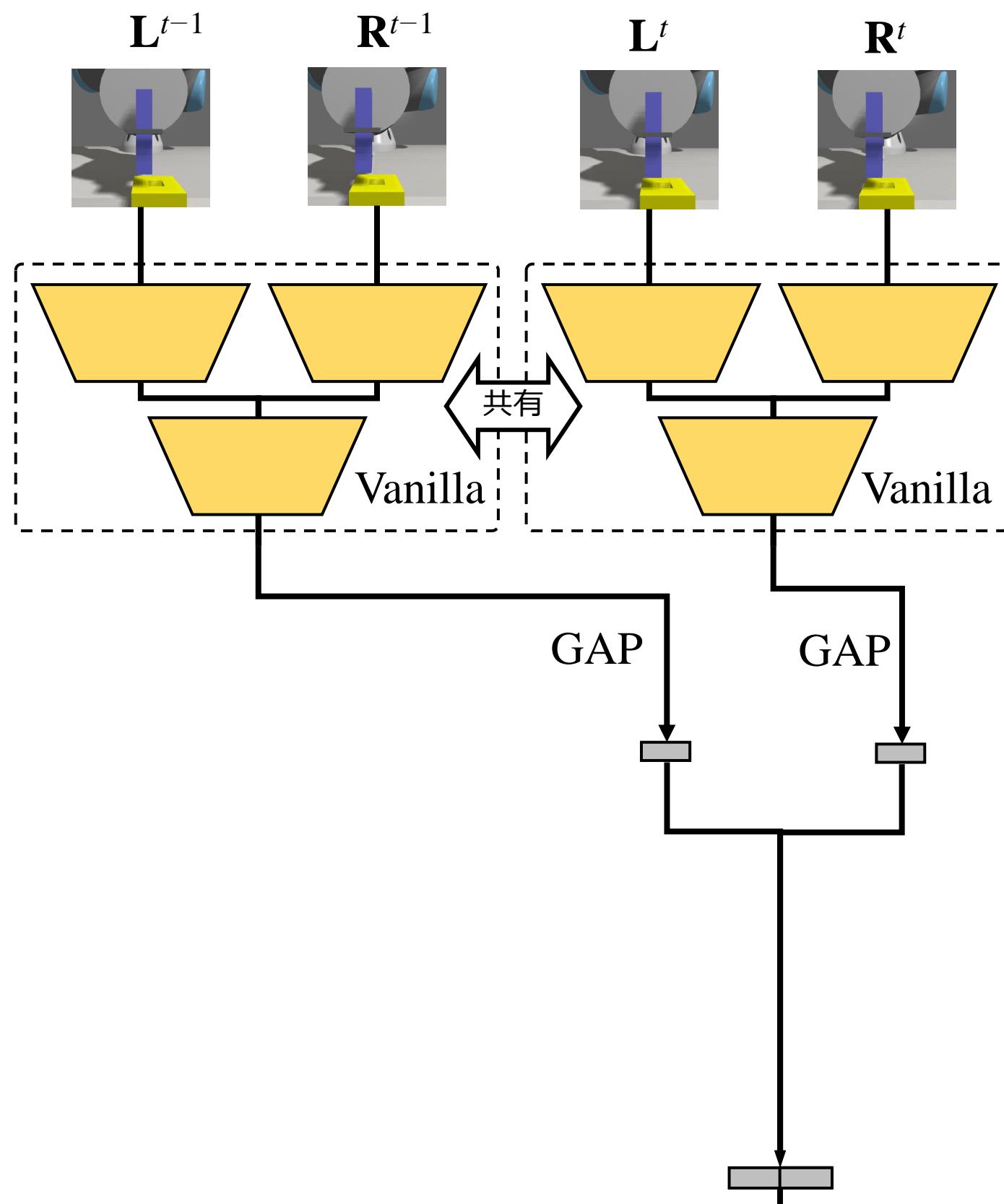
制限時間[s]	15.0	30.0	45.0	60.0
モデル				
Vanilla (1 frame)	70.5	78.4	86.0	89.5
Vanilla (2 frame)	74.5	83.5	89.2	92.3
CNN ² (1 frame)	74.1	82.4	90.0	92.9
CNN ² (2 frame)	75.2	84.9	88.7	91.3
CNN ⁴	77.1	89.0	94.2	95.6
CNN ⁴ + PHM	83.4	92.3	95.8	97.2

補助資料

実験A 「手先速度の予測」



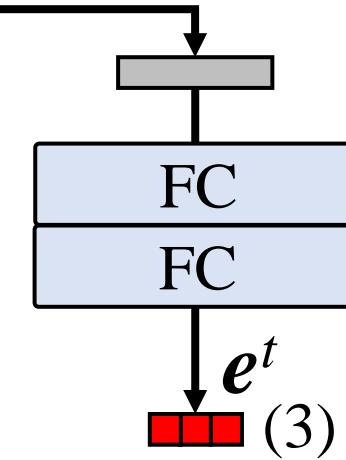
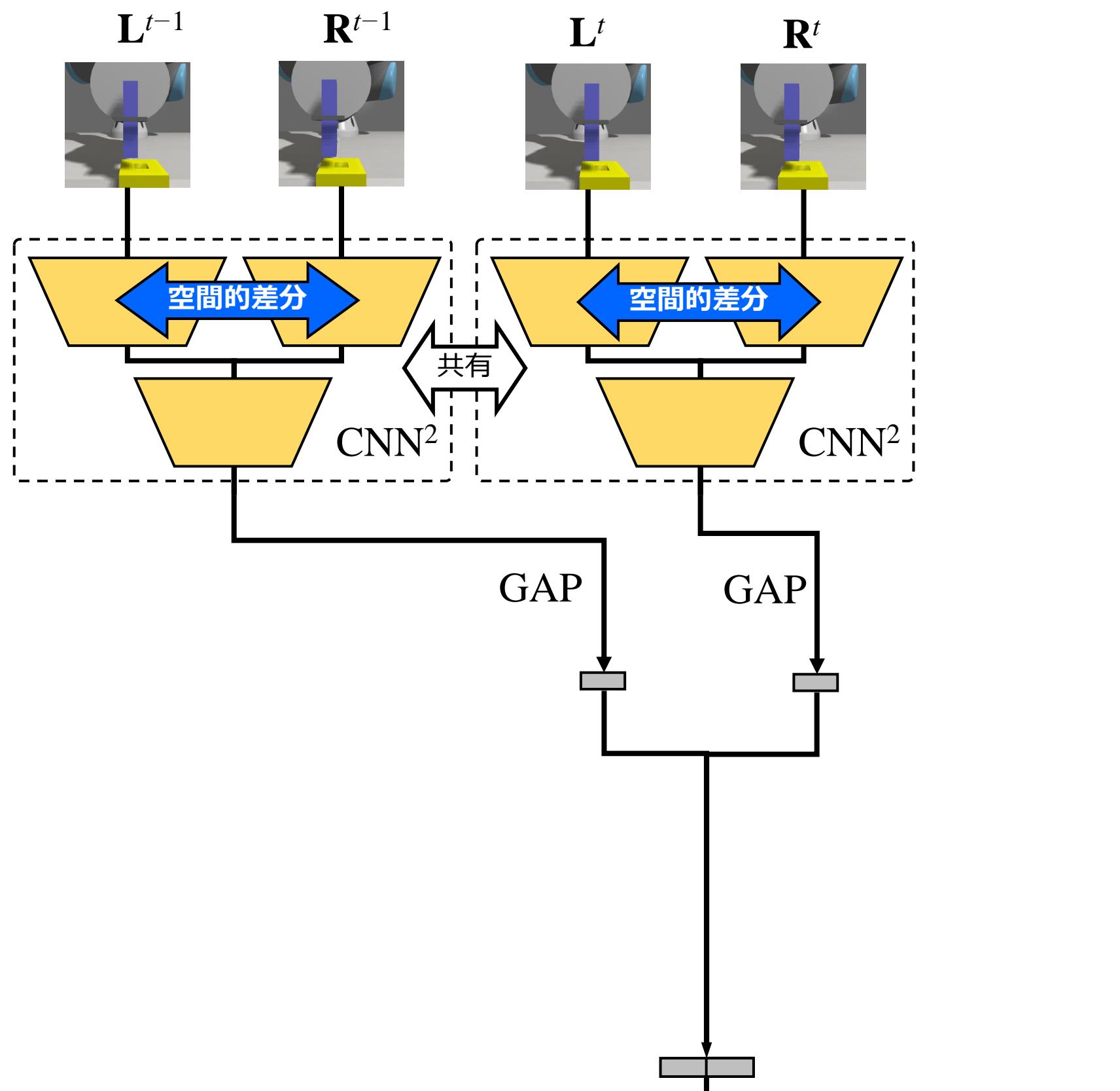
ポスター資料
スライド資料



手先速度



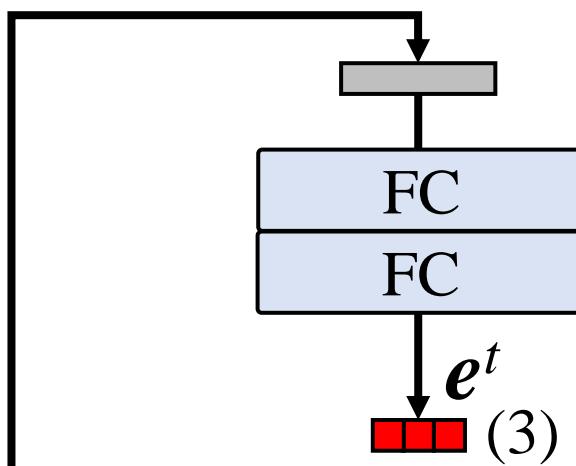
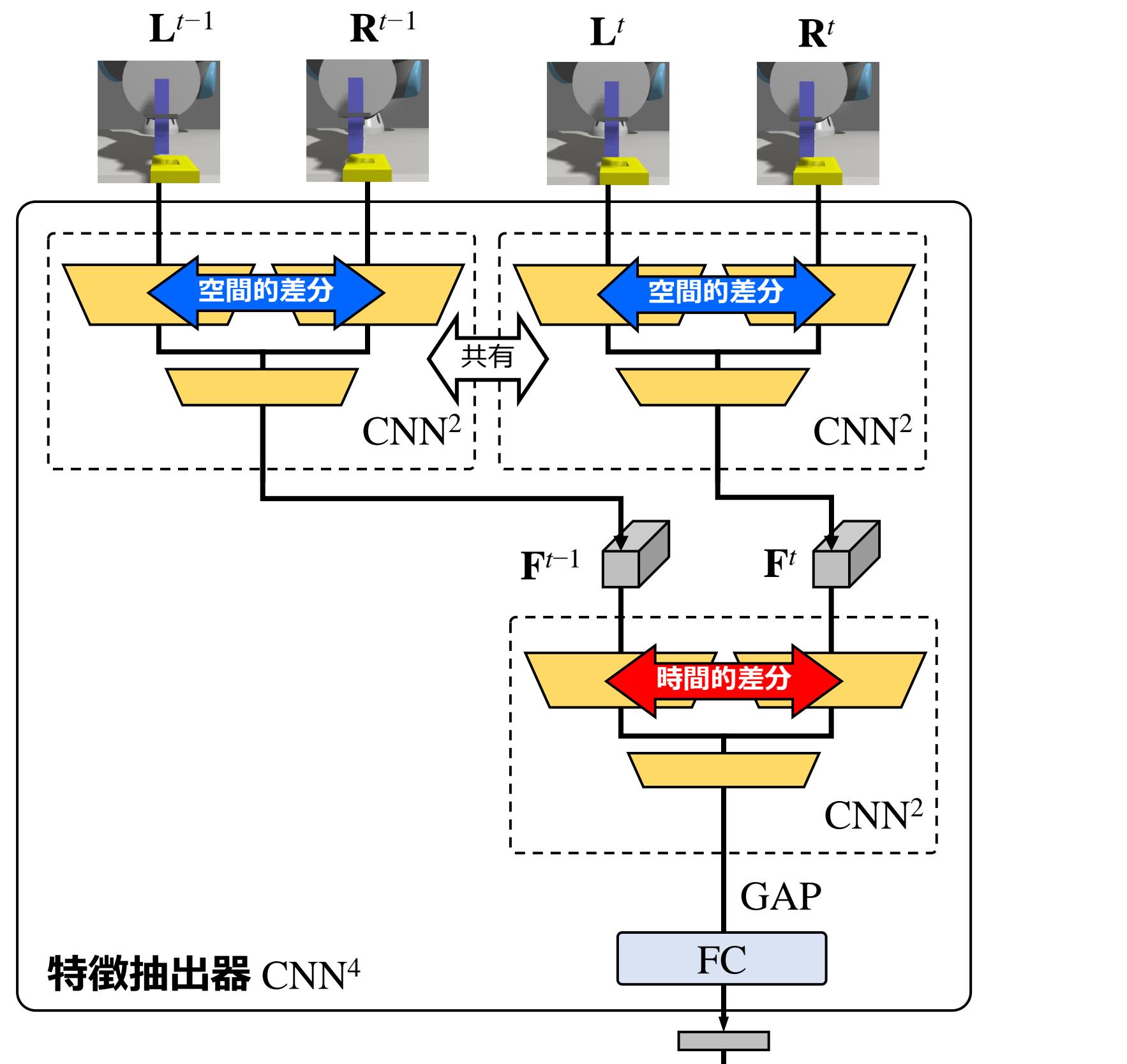
ポスター資料
スライド資料



手先速度



ポスター資料
スライド資料



手先速度



特徴抽出器別の手先速度の予測誤差

特徴抽出器	RMSE
Vanilla (2frame)	0.1222
CNN ² (2frame)	0.0939
CNN ⁴	0.0379

補助資料
その他 詳細情報

データセット

- 500パターンの異なる位置を持つ穴でデータ収集
- 穴の位置別で、**訓練：検証：評価 = 475 : 37 : 38**
- ※ 実験Bの実行テストはこれらに含まれない1000パターンの穴を使用

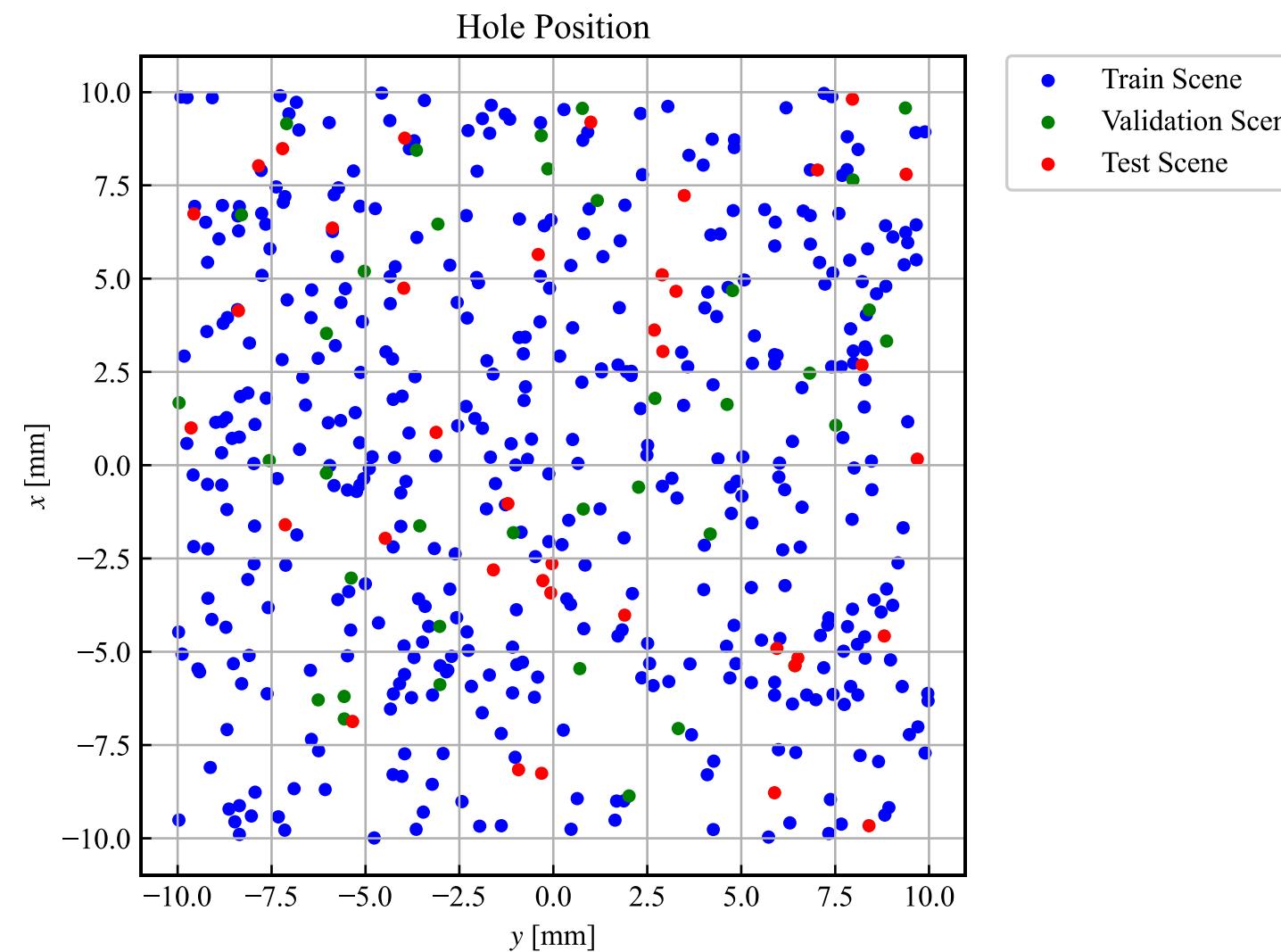


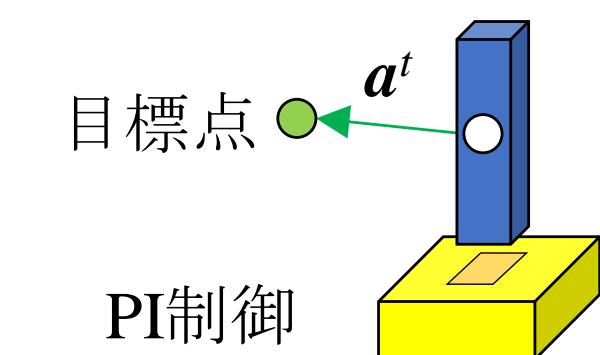
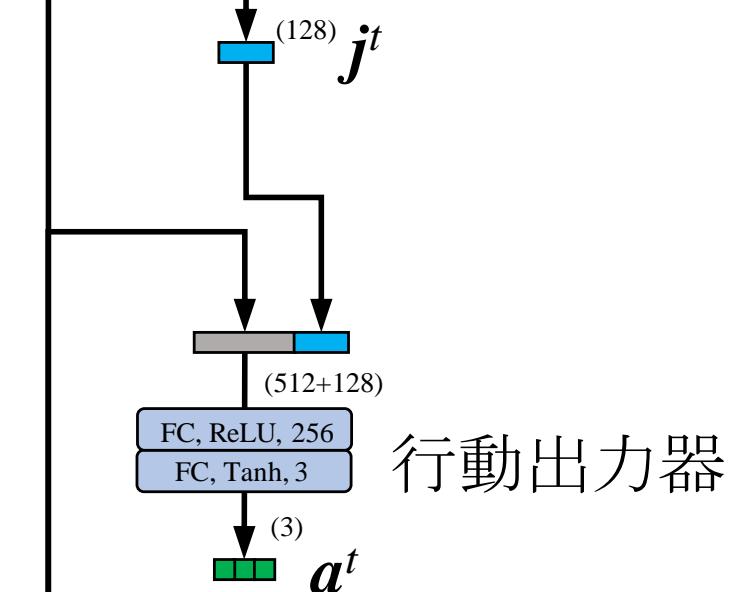
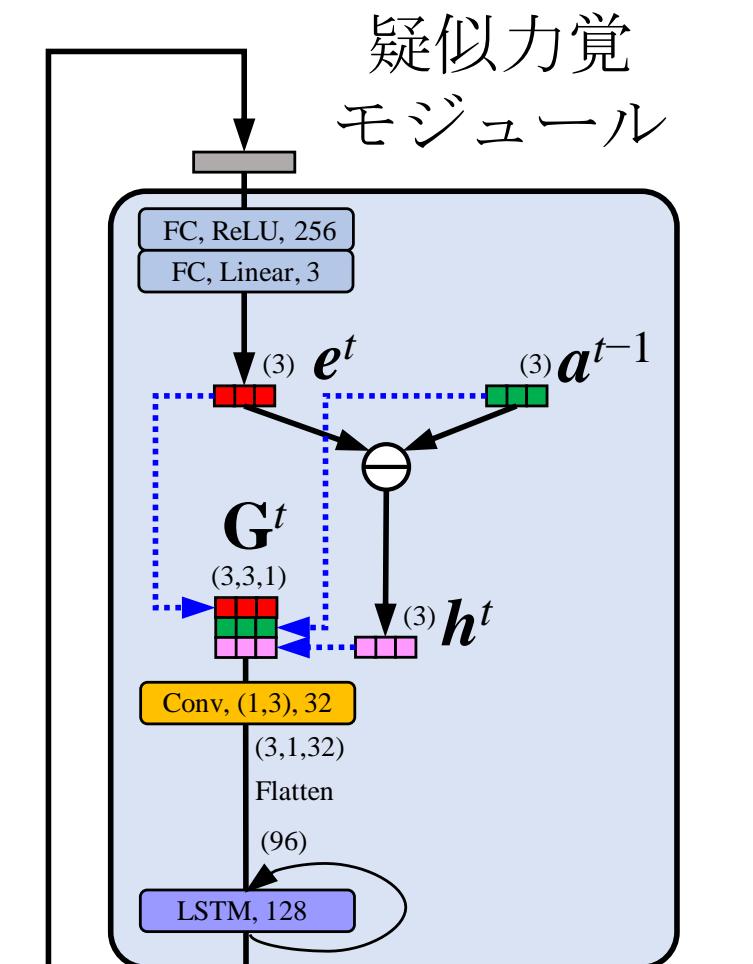
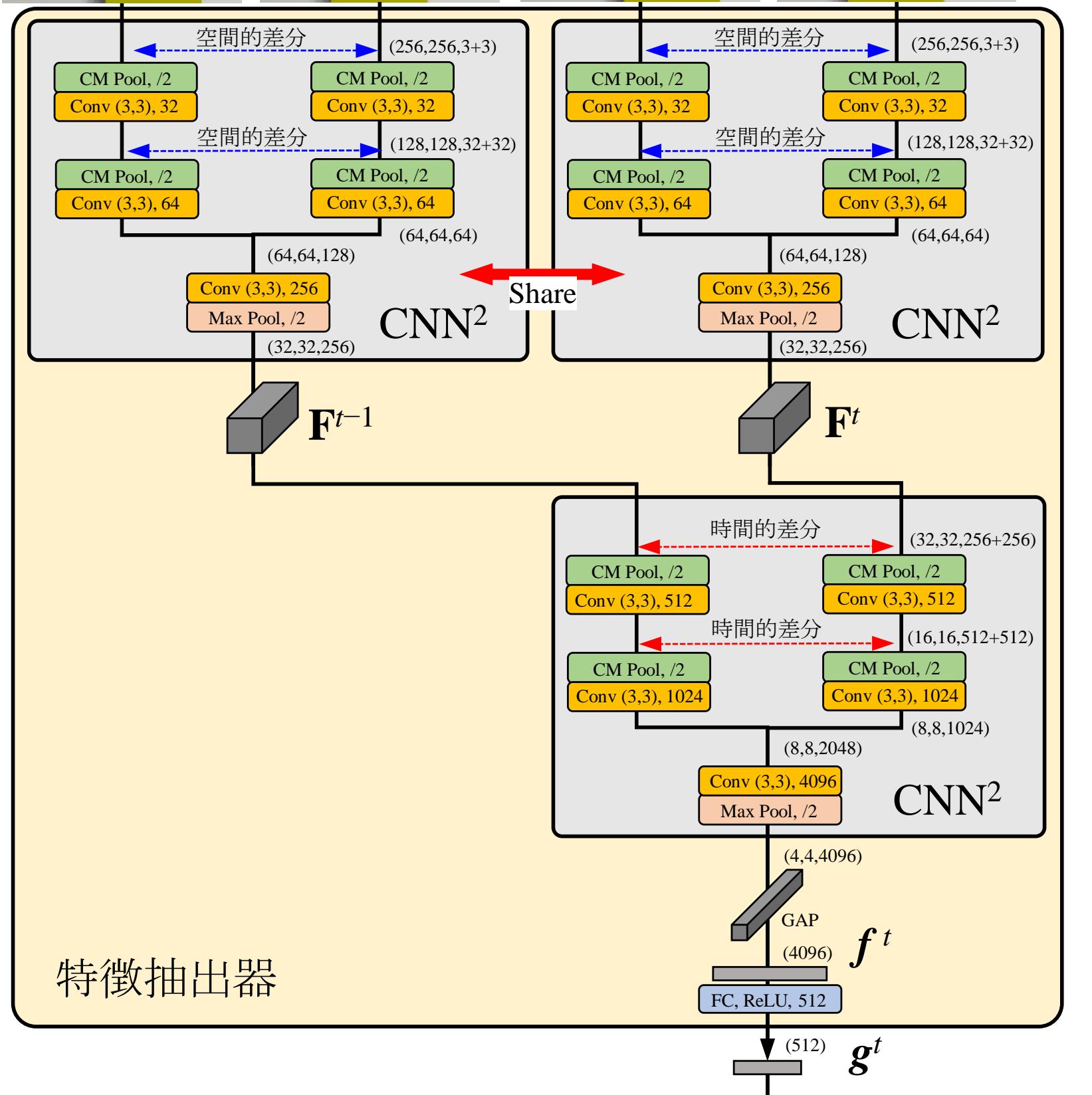
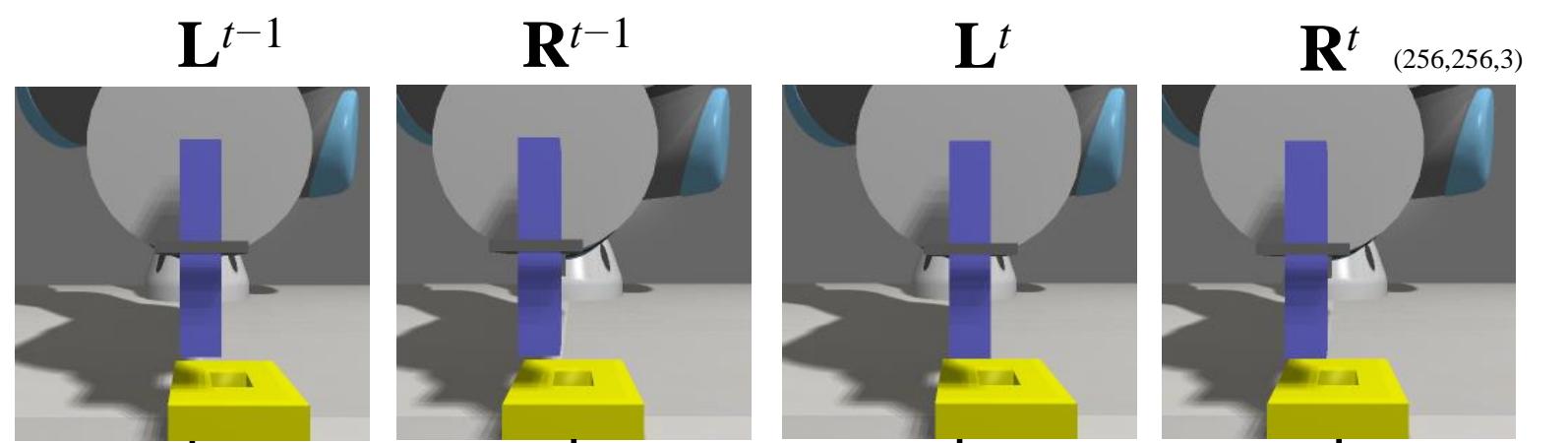
表2：データセット数

訓練データ数	25156
検証データ数	2492
評価データ数	2033

図4：訓練，検証，評価データの穴の位置

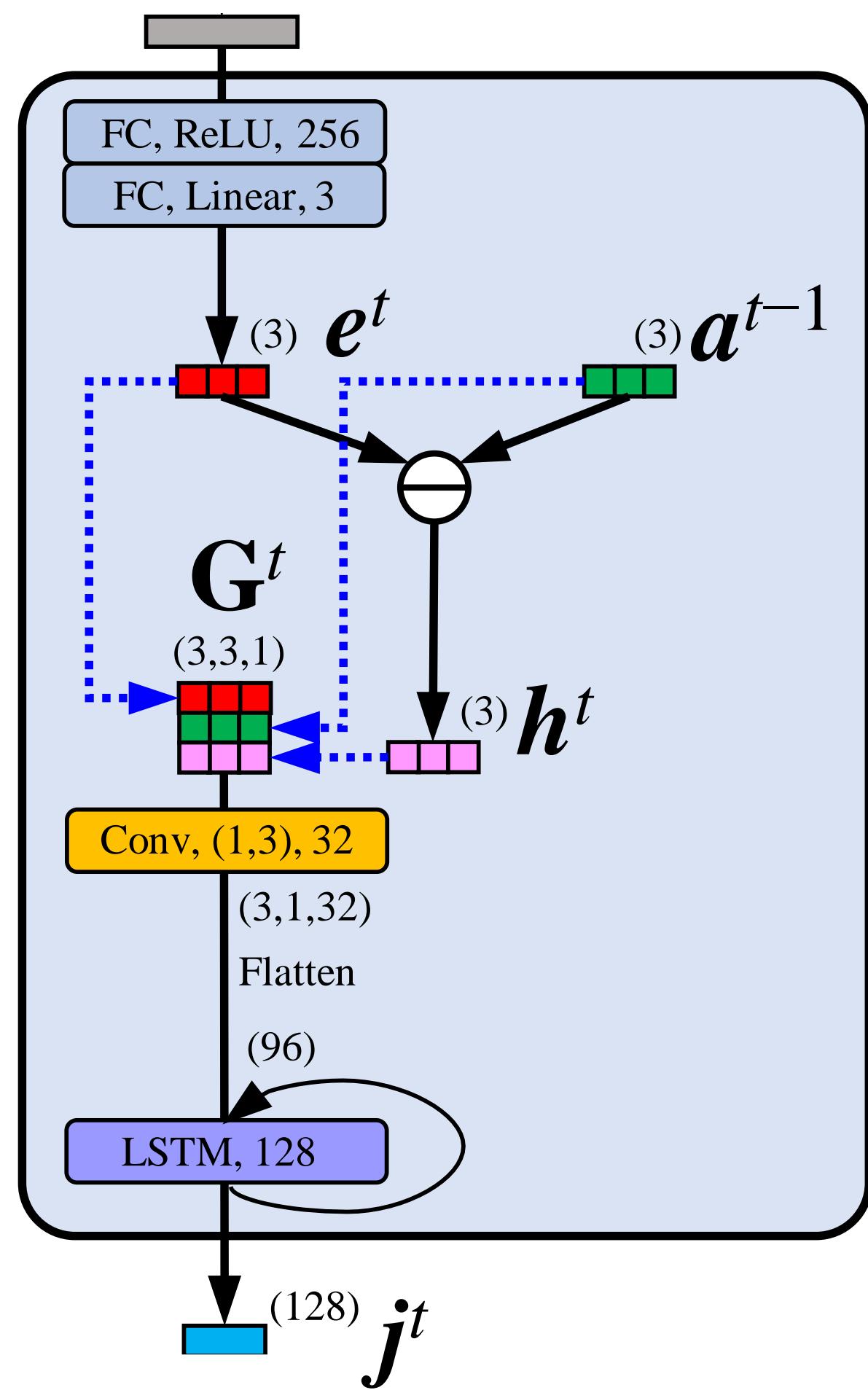


ポスター資料
スライド資料



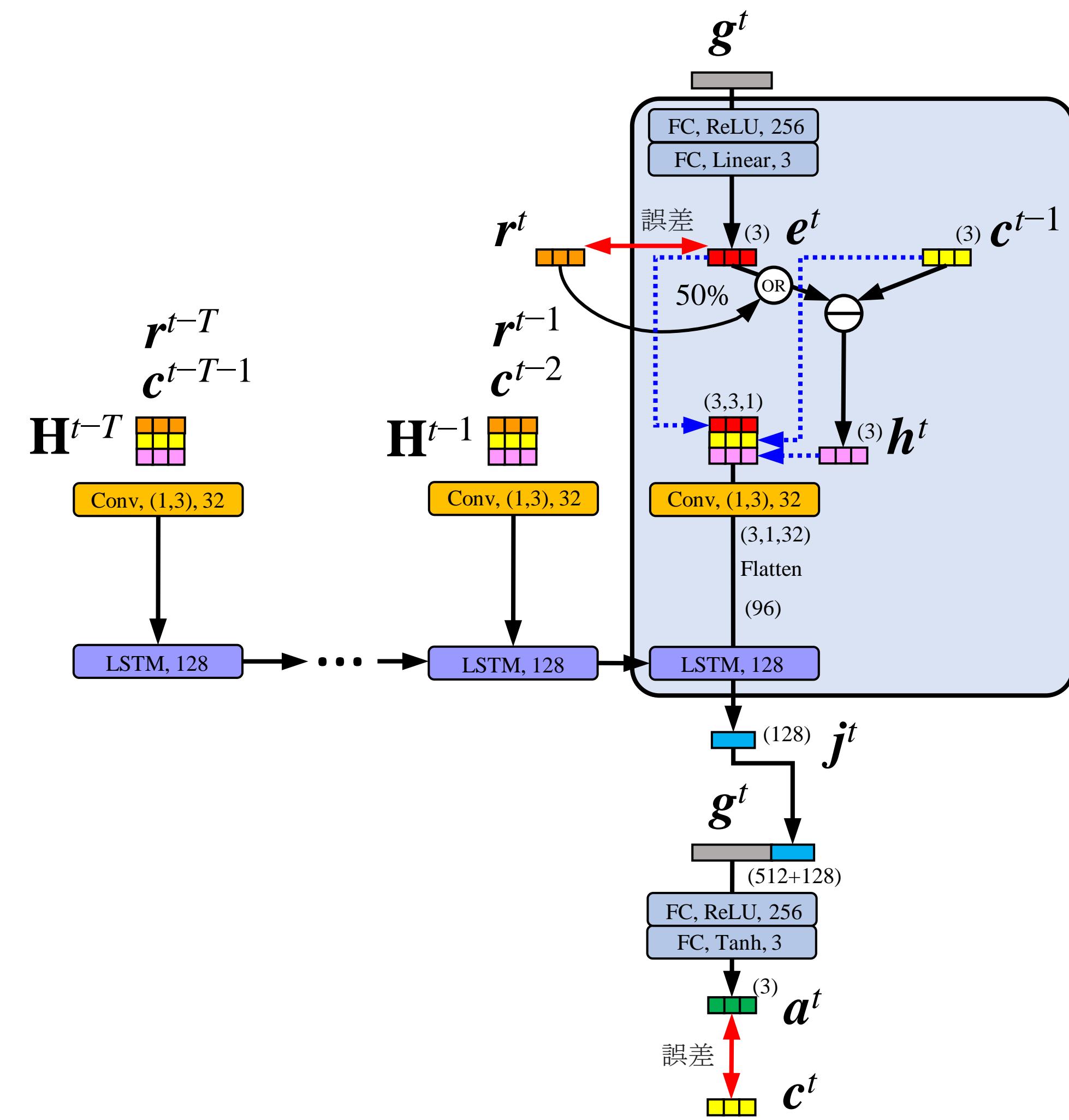


ポスター資料
スライド資料



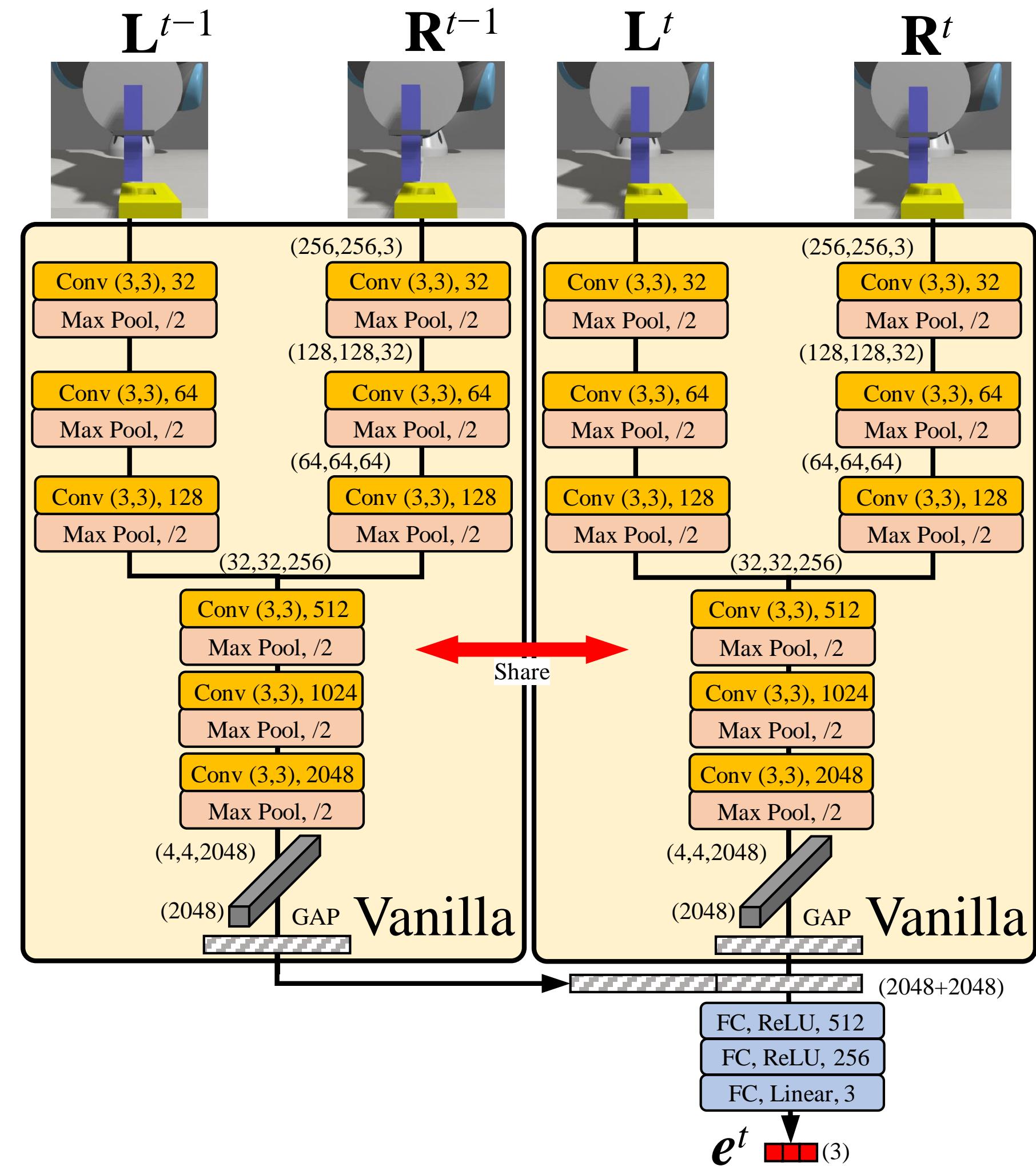


ポスター資料
スライド資料



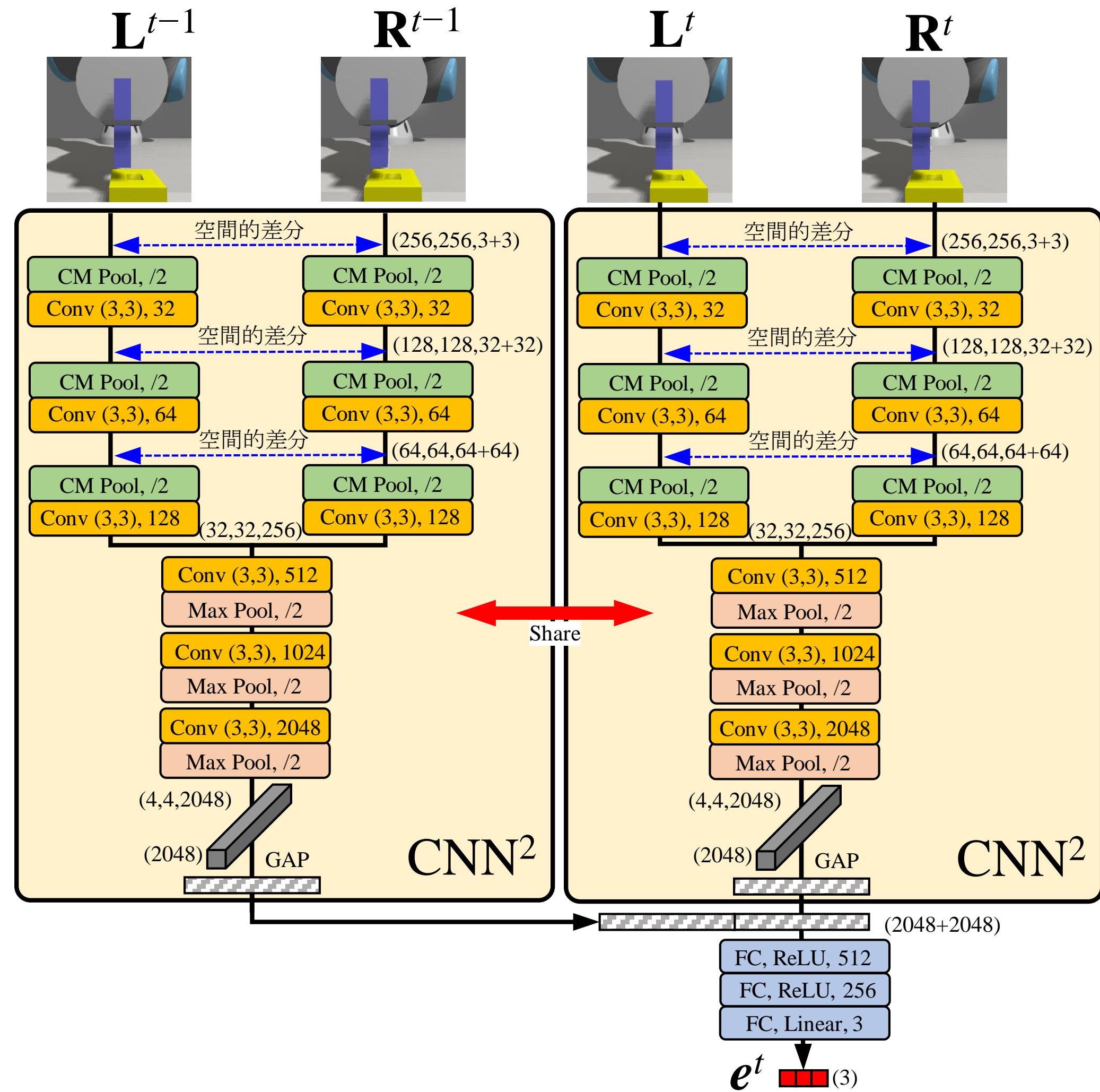


ポスター資料
スライド資料



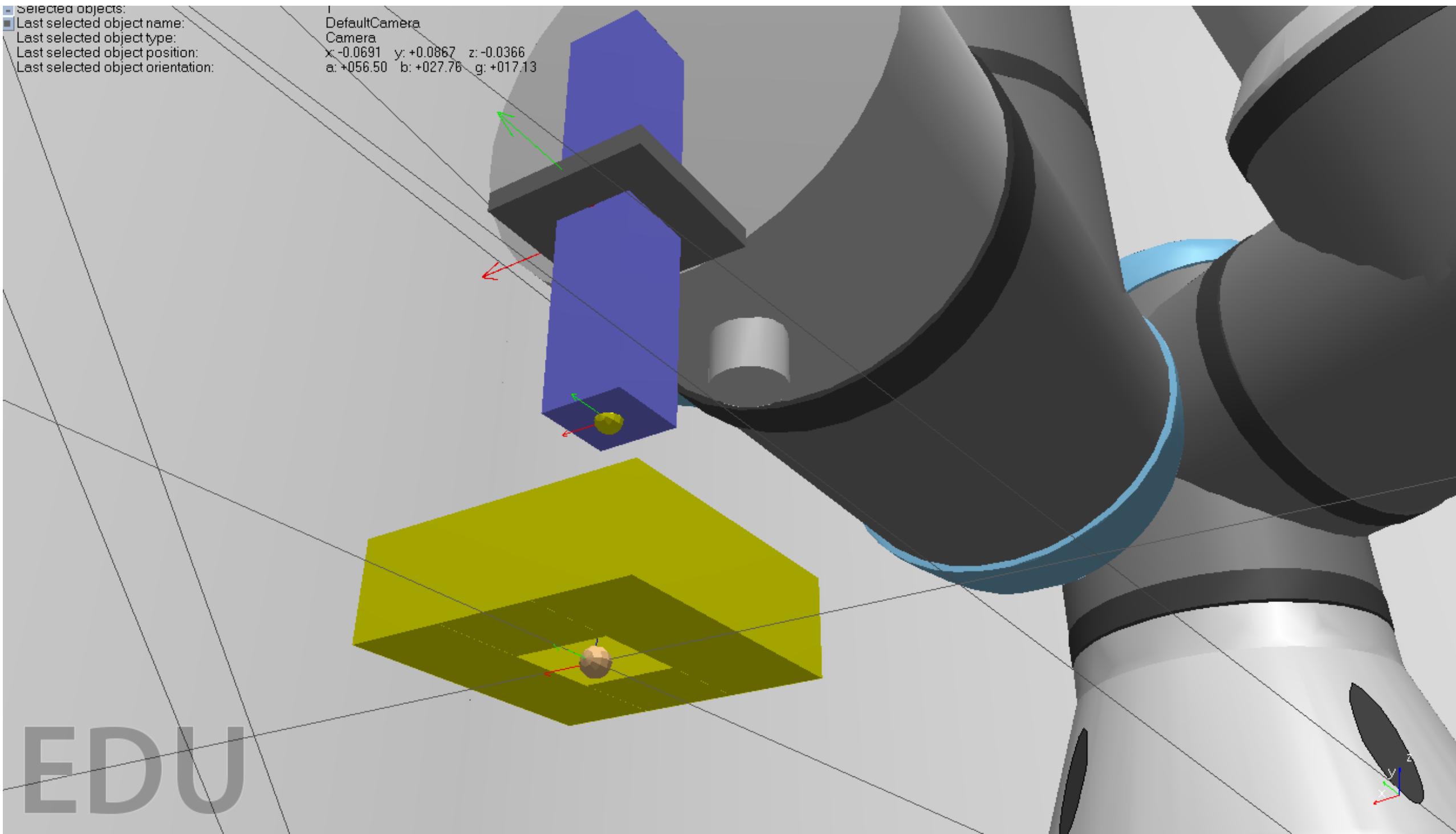


ポスター資料
スライド資料





ポスター資料
スライド資料



URLとQRコード



<https://drive.google.com/drive/folders/1hPfGv-wD5dIY9JlQJ6iCSqXuoGwFvDoa?usp=sharing>