

セルアセンブリの構築 を目指して

加藤チーム

チーム名

神経科学的妥当性評価：実装したものに✓印を入れてください。

		✓			✓
海馬内活動	リプレイ	(✓)	脳領域構造	CA1	(✓)
	プリプレイ	(✓)		CA2	
	場所細胞			CA3	(✓)
	グリッド細胞			歯状回	✓
	頭部方向細胞			嗅内皮質	✓
	シータ位相歳差	(✓)		海馬支脚	
	スパース表現			Perirhinal Cortex	
	パターン補完			Postrhinal Cortex	
	細胞新生	✓	その他	コネクトームの導入	
行動機能	自律的フェーズ変化			BiCAMONでの可視化	
	エピソード記憶	(✓)		その他	
	場所の再認				
	記憶転送				
	ナビゲーション/空間認知				
	Path integration				

チーム名

規定課題点評価：成功・失敗エピソード数を記入してください。

課題番号	成功エピソード数	失敗エピソード数	合計エピソード数（成功＋失敗）
1－1	28	6	34
1－2	26	4	30
1－3	18	66	84
1－4			
1－5			
1－6			
1－7			
1－8			
2－1			
2－2			
3－1			
3－2			
3－3			

課題 1 – 1

- クリア

課題 1 – 2

- クリア

課題 1 – 3

- 最終的にスタート地点で回転

課題 1 – 4

- 到達せず

課題 1 – 5

- 到達せず

課題 1 – 6

- 到達せず

課題 1 – 7

課題 1 – 8

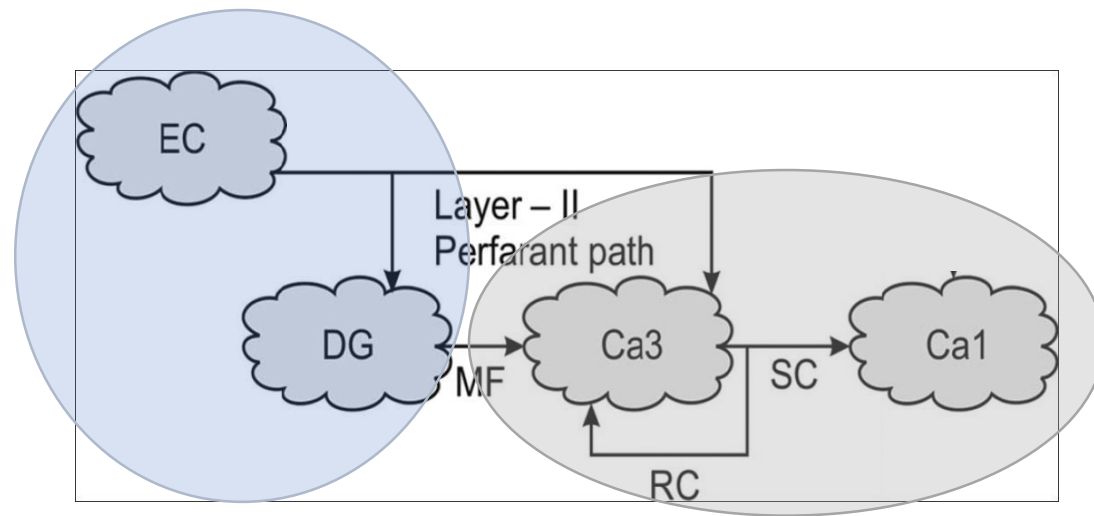
海馬の構成要素を分類すると

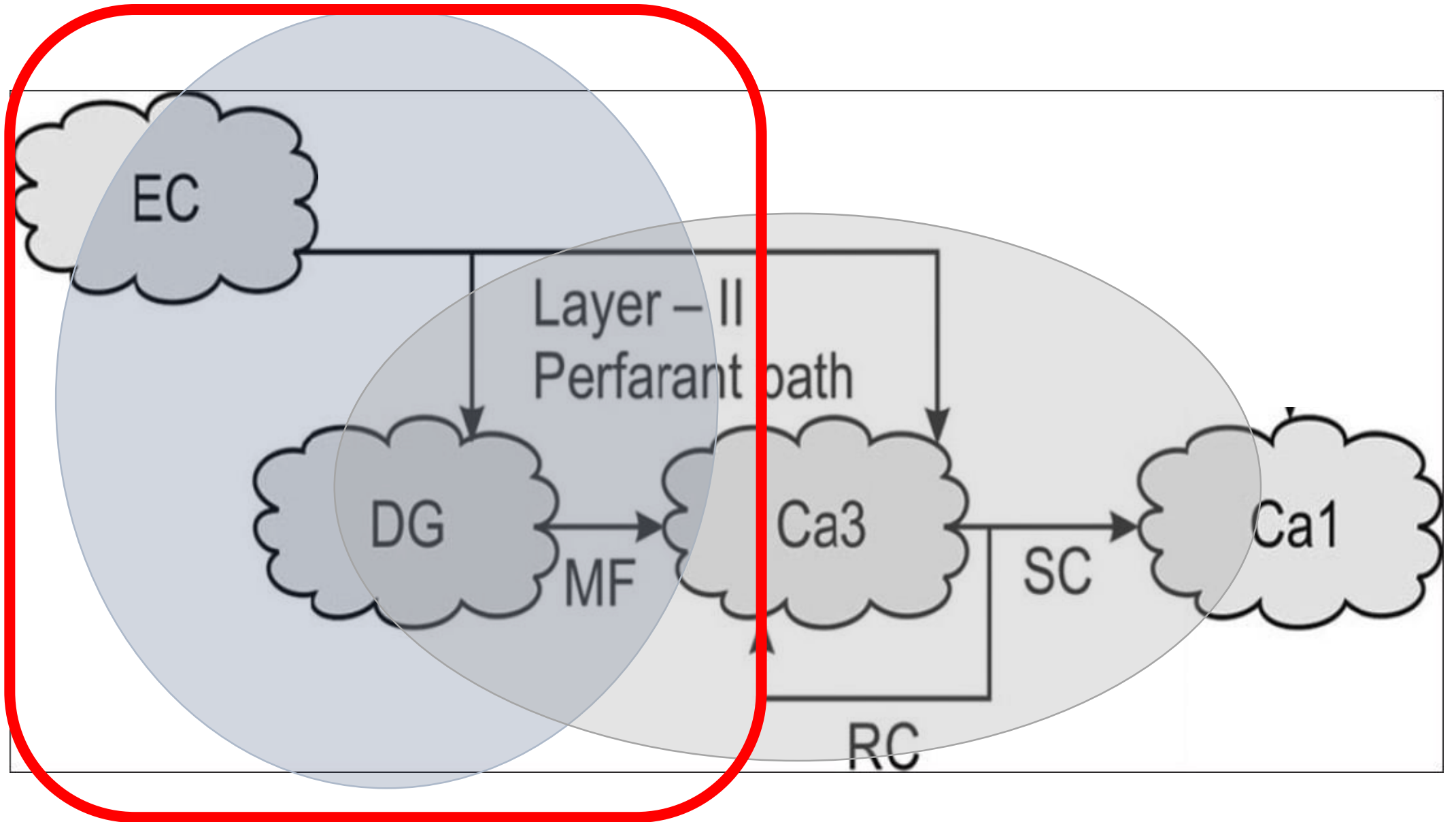
- 歯状回
⇒情報のキャッシュとして保存
- CA3、CA1
⇒情報に時系列としての表現を付与

今回注目した部位

青エリア：歯状回（情報のキャッシュとして）

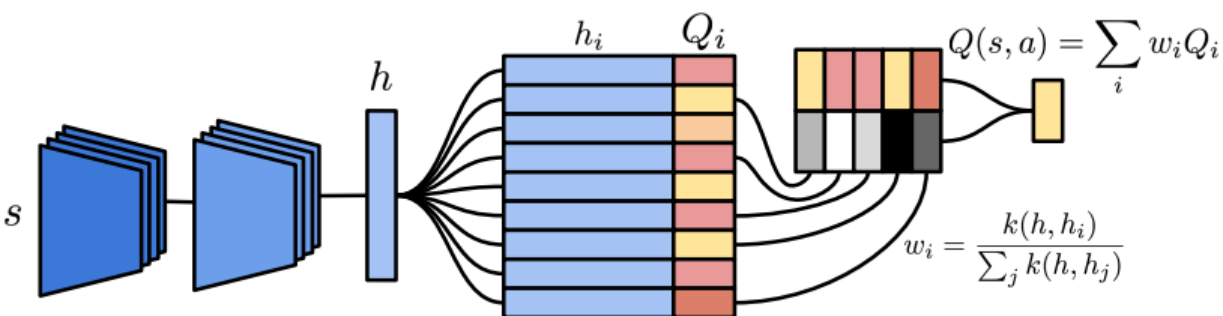
緑エリア：CA3～1（時間表現（動きませんでした））





Neural Episodic Control(2017)

- DQNではリプレイバッファからランダムにしかサンプルできないので効率が悪い
- 以前記憶した情報を効率的に取り出せるようにキー(featureから生成されるベクトル), バリュー(Q値)で保持
- 類似したキーから過去のQが取得可能



Algorithm 1 Neural Episodic Control

\mathcal{D} : replay memory.

M_a : a DND for each action a .

N : horizon for N -step Q estimate.

for each episode **do**

for $t = 1, 2, \dots, T$ **do**

 Receive observation s_t from environment with embedding h .

 Estimate $Q(s_t, a)$ for each action a via (1) from M_a

$a_t \leftarrow \epsilon$ -greedy policy based on $Q(s_t, a)$

 Take action a_t , receive reward r_{t+1}

 Append $(h, Q^{(N)}(s_t, a_t))$ to M_{a_t} .

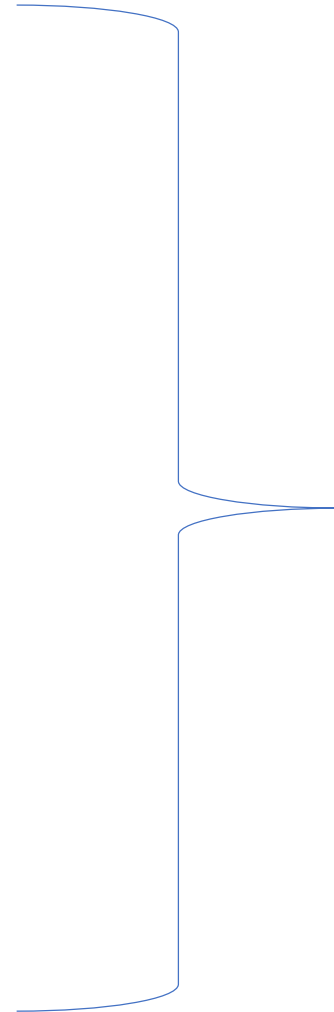
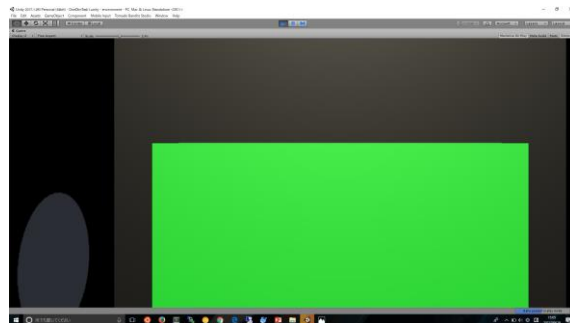
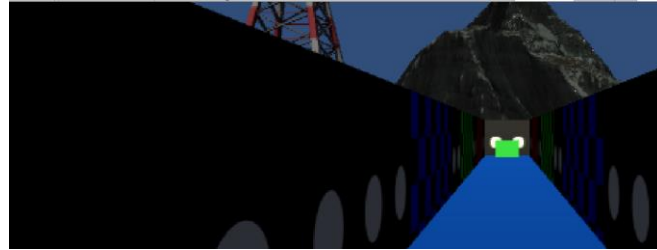
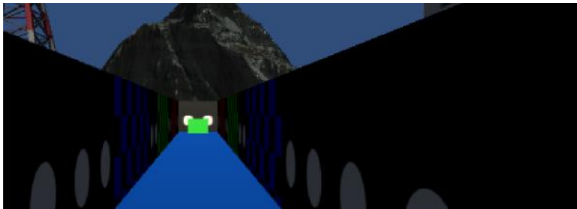
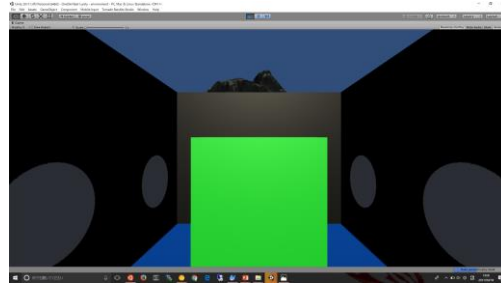
 Append $(s_t, a_t, Q^{(N)}(s_t, a_t))$ to \mathcal{D} .

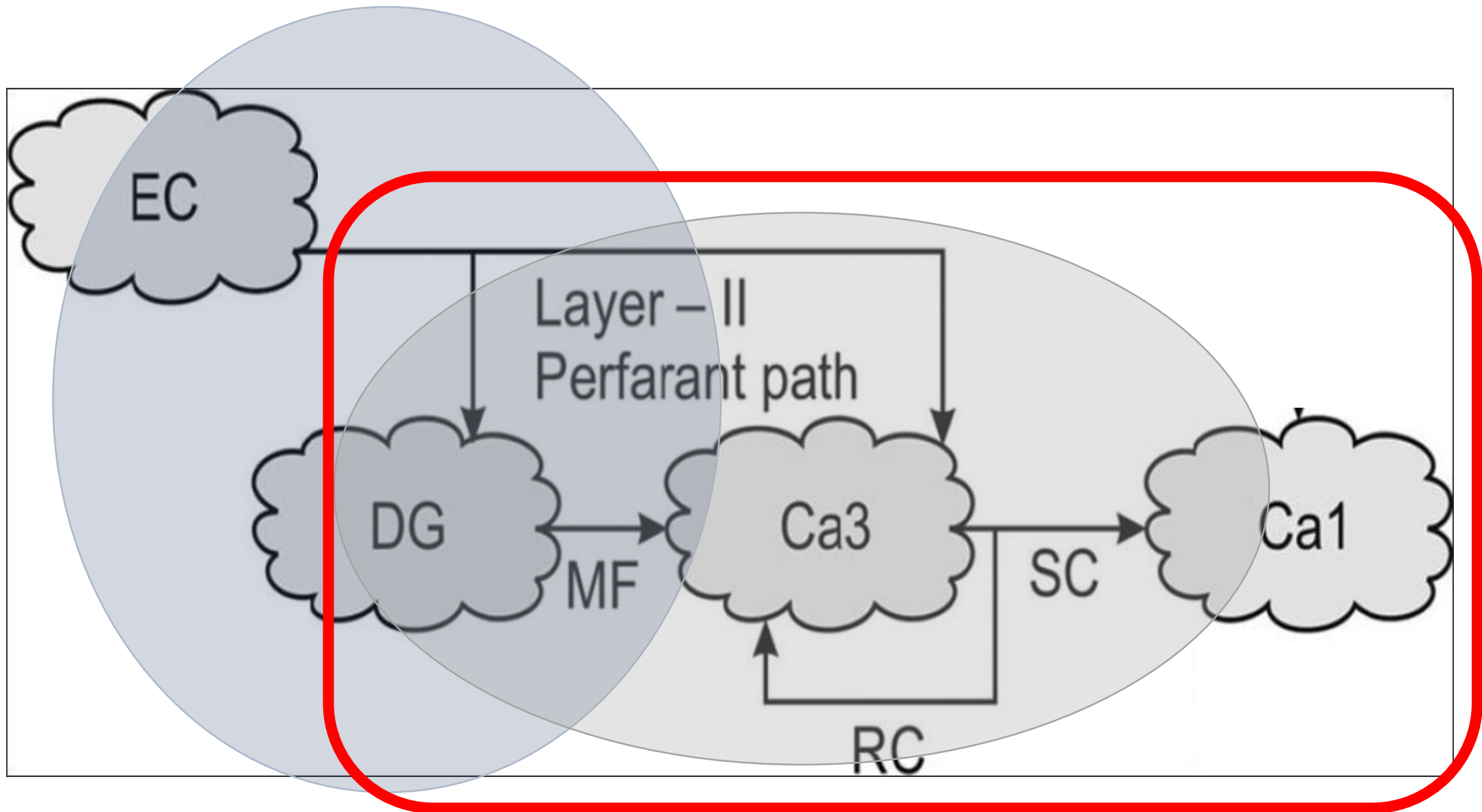
 Train on a random minibatch from \mathcal{D} .

end for

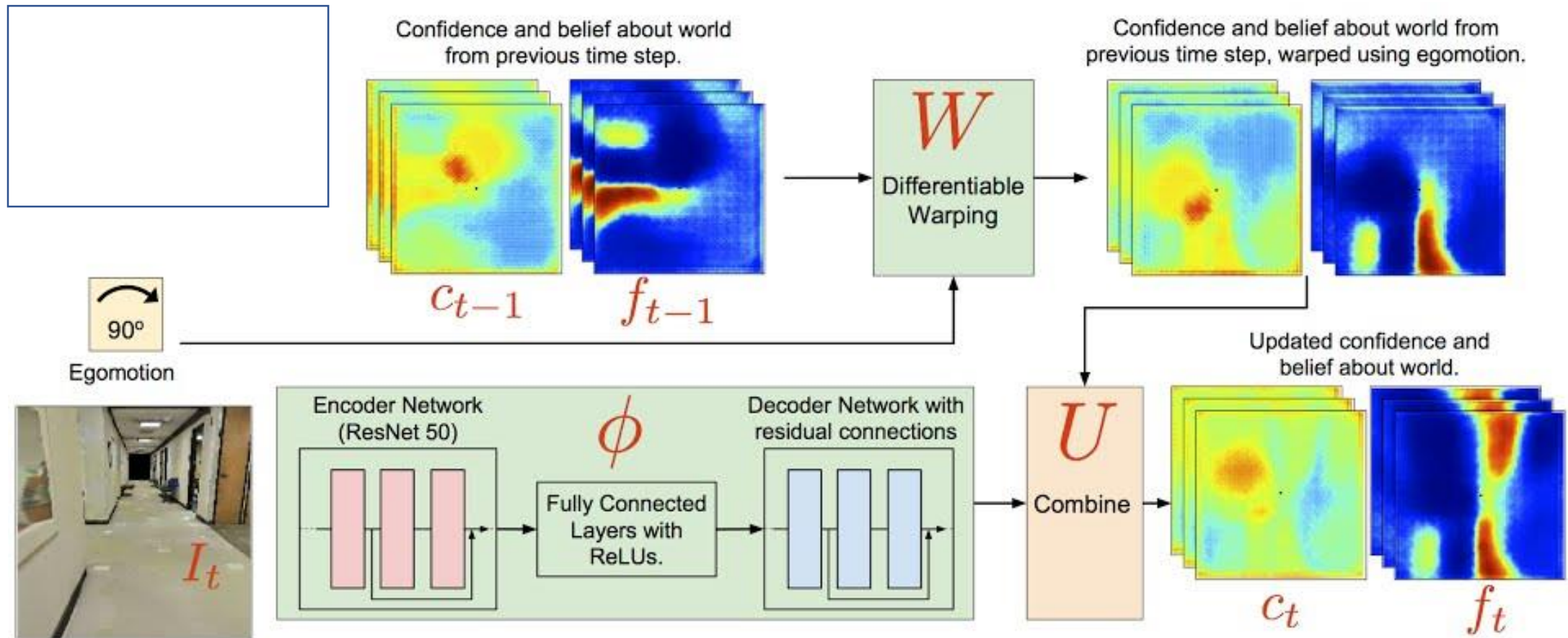
end for

過去の特徴

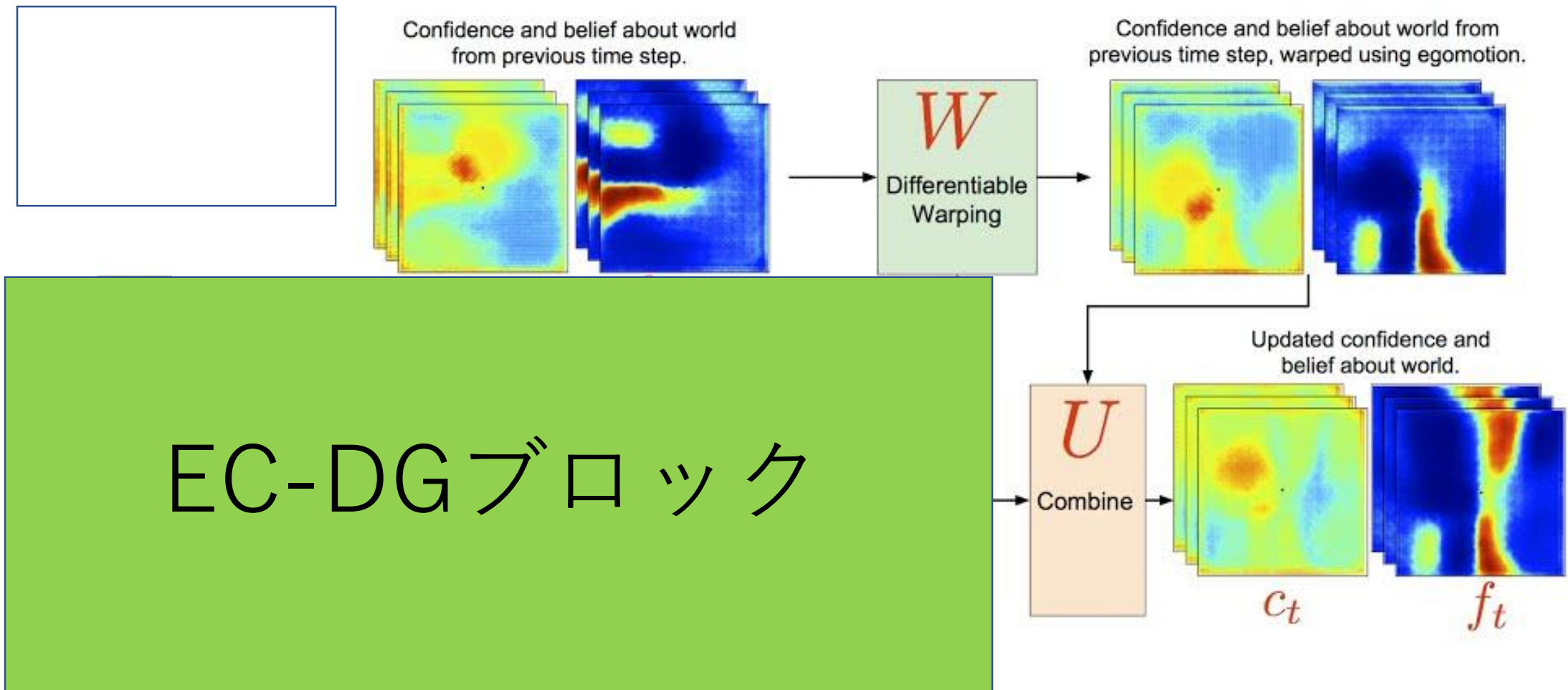




Cognitive Mapping and Planning for Visual Navigation (2017)



CA3-CA1ブロック

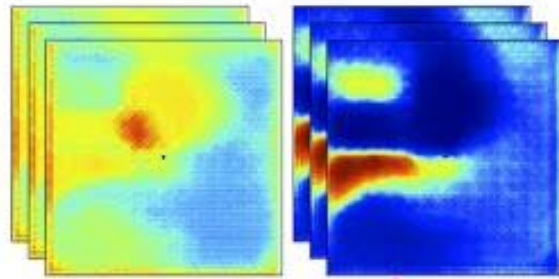


CA3-CA1ブロック

環境の特徴量

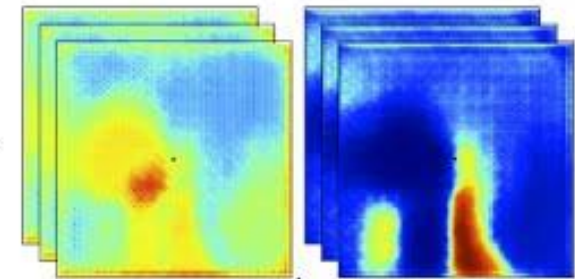


Confidence and belief
from previous time step.



W
Differentiable
Warping

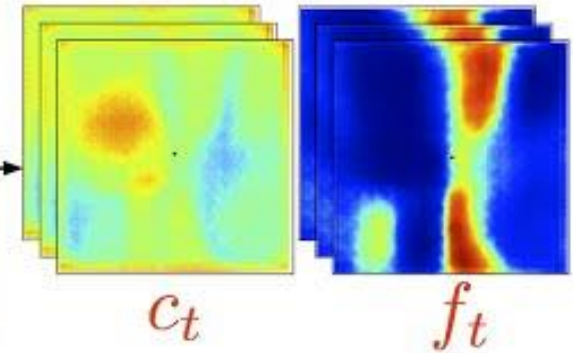
Confidence and belief about world from
previous time step, warped using egomotion.



EC-DGブロック

U
Combine

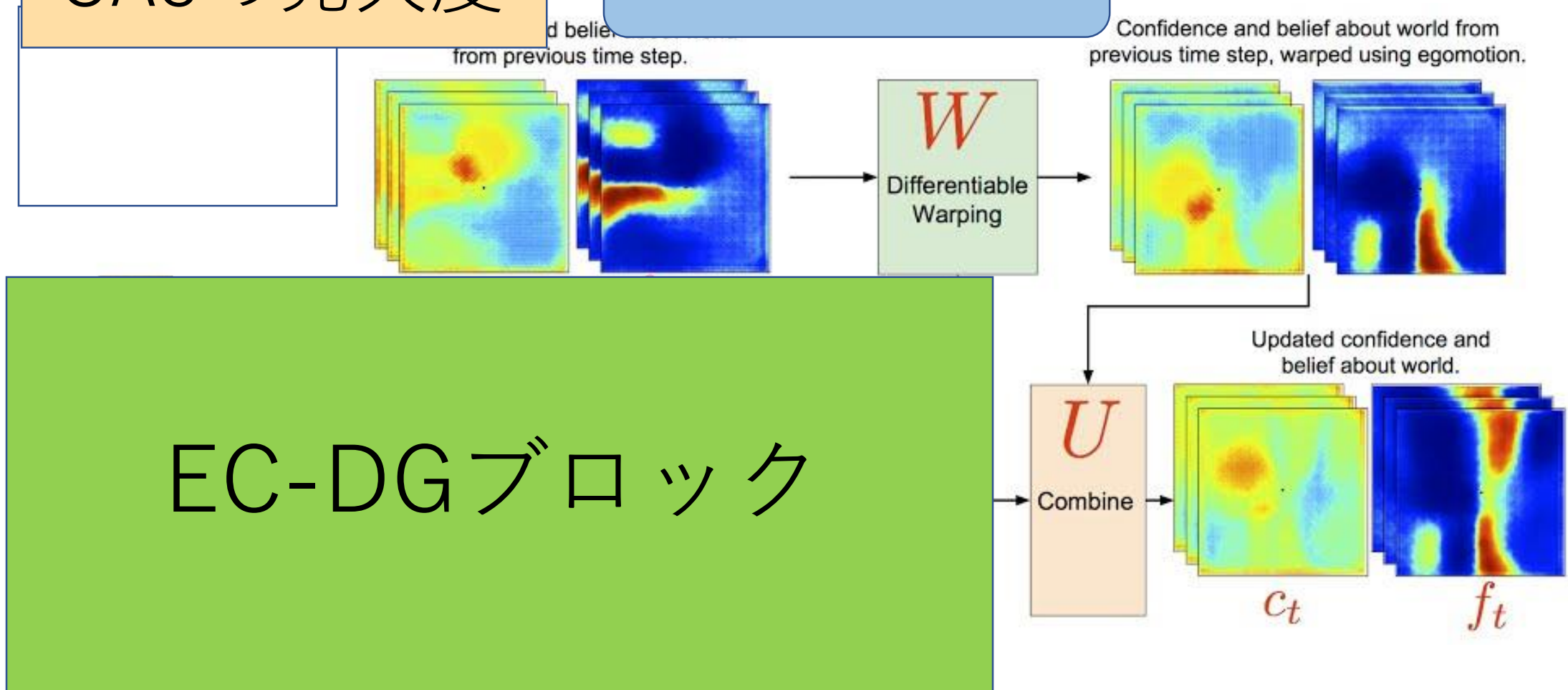
Updated confidence and
belief about world.



CA3-CA1ブロック

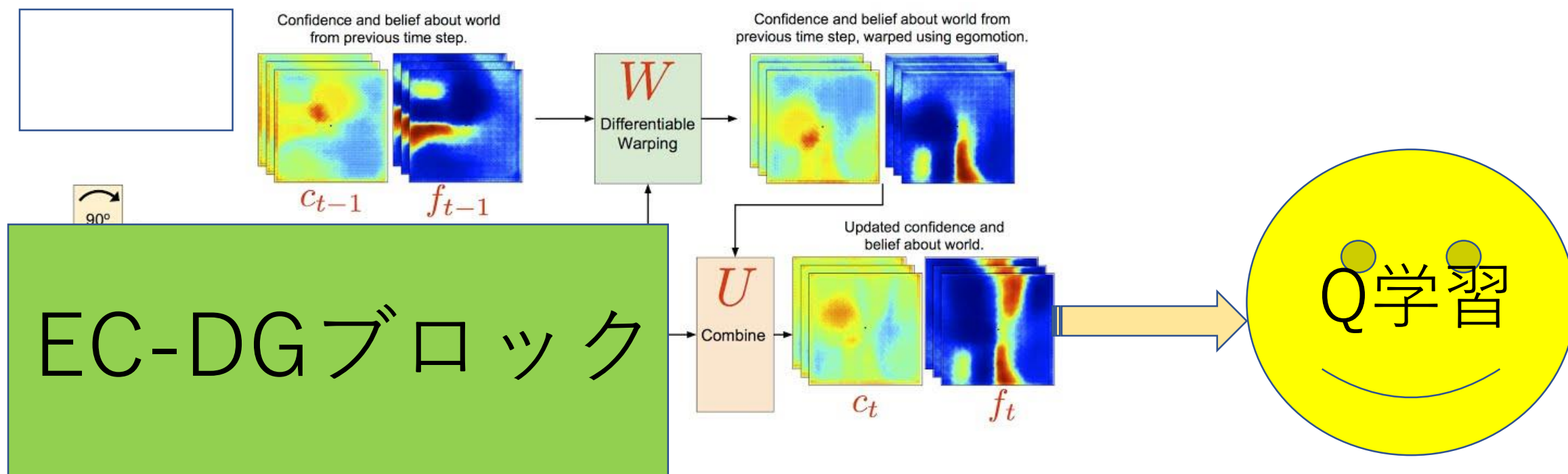
CA3の発火度

環境の特徴量



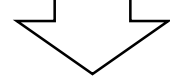
エゴセントリックな情報から、
客観的な情報に変換していく

CA3-CA1ブロック

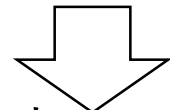


海馬でのエピソード記憶（１）

エピソード記憶の時系列関係をスパイクタイミング依存シナプス可塑性（Spike-Timing Dependent Synaptic Plasticity）で学習したい



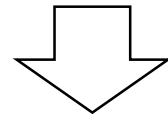
しかし、実時間ではイベント間の時間間隔が長すぎてSTDPでは学習し難い



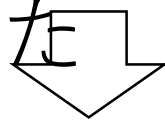
そこで、シータ波の中に時間圧縮表現することで、STDPで学習可能な時間差にする

海馬でのエピソード記憶（2）

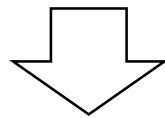
海馬ではシータ位相歳差を用いて時系列を表現しているという説が有力



そこで、アトラクター的なリズム引き込みによる実装を試みた



しかし、ハッカソン日程の半分辺りで工数的に無理と判断



なんちゃってシータ位相歳差モデルでとにかく作ることに

なんちゃってシータ位相歳差モデル

- シータ位相歳差の位相前進はプログラムで明示的に実装（現在を 180° として 10° ずつ前進）
- シータ波の中にある全イベント間の前後関係をSTDPで学習
- 報酬イベントが入ったときに、重みの更新量を増大させる
- 現在の状態から学習した時系列の重みを用いて未来のエピソードを想起して、強化学習に入力

まとめ

- ・ 歯状回のキャッシュ機能に相当するモジュールの作成が出来た。
(行動と視覚と報酬の情報統合の足がかり)
- ・ DQNによる学習との差別化が上手く行えなかった。