Step-by-step protocol Let's start deep learning on your Mac!

清孝 長岐

岡山大学・資源植物科学研究所



目次

- 1. 概要説明 p1
- 2. 本解析で使用するアプリケーション p2-3
- 3. Image classifierの概要 p4-5
- 4. 学習のためのアノテーション (Image classifier) p6
- 5. 学習 (Image classifier) p7-17
- 6. Object detectorの概要 p18
- 7. 学習のためのアノテーション(Object detector) p19-26
- 8. 学習 (Object detector) p27-44
- 9. AIによるアノテーション p45-48
- 10. Image classifierモデルを用いてアノテーションされたファイルの仕分け p49-52
- 11. Object detectorモデルを用いて検出された物体のカウント p53-56

1. 概要説明

これはMacを用いた画像の機械学習についてのプロトコルです。

このプロトコルには、「学習」、「画像ファイルの分類 (Image classifier)」および「画像中の物 体検出 (Object detector)」の方法が記されています。

これらの方法は5つのステップに分かれています。 1. 学習のためのアノテーション

- 2. 学習
- 3. 学習したAIによるアノテーション
- 4. ファイルの仕分け
- 5. 検出された物体のカウント

ステップ1および2は、Image classifierとObject detectorで異なります。 ステップ3は共通ですが、ステップ4はImage classifier用のオプション、 ステップ5はObject detector用のオプションです。

2. 本解析で使用するアプリケーション

macOS (Catalina以降)

Create MLのグラフィカルインターフェースバージョンを使用するためには、Catalina (macOS 10.15)以降の macOSがインストールされたMacが必要です。CatalinaとmacOS 11 (Big Sur)では使用できるCreate MLの バージョンが異なります。Create MLのバージョンは、version 1 (Catalina)、version 3 (Big Sur)となります。

Create ML in X-code (無料)

Create MLは、アップル社がソフトウエア開発者向けに無料配布している機械学習のためのアプリケーションで す。Create MLは、X-codeの一部として提供されており、App storeからダウンロード可能です。最新のXcodeであるX-code ver 12は、App storeアプリケーションからダウンロードでき、Create ML ver 3を含みま す。Create ML ver 1を含む古いX-code 11は、App store (https://developer.apple.com/download/more/) からダウンロード可能です。本プロトコルでは、基本的にChromosome Research (Nagaki et al. 2021 in press)で報告したCreate ML ver 1の使用法について解説し、ver 3で異なる部分について追加説明しています。

参考文献

Kiyotaka Nagaki, Tomoyuki Furuta, Naoki Yamaji, Daichi Kuniyoshi, Megumi Ishihara, Yuji Kishima, Minoru Murata, Atsushi Hoshino and Hirotomo Takatsuka. Effectiveness of Create ML in microscopy image classifications: A simple and inexpensive deep learning pipeline for non-data scientists. Chromosome Research in press, 2021.







2. 本解析で使用するアプリケーション(続き)

RectLabel (1週間無料、\$2.99/month or \$19.99/one-time) RectLabel (https://rectlabel.com) は、Create MLで使用するアノテーションファイルを作成するのに便利なア プリケーションです。RectLabelは、Create MLによって生成されたモデルを使ったAIによるアノテーションにも 使用できます。RectLabelは、App storeからダウンロード可能です。

CutSort (無料)

CutSort (<u>https://github.com/tomoyukif/CutSort</u>) は、RectLabelによって付加されたアノテーションに基づ いて、フォルダ内の画像を仕分けするアプリケーションです。





3. Image classifierの概要

Image classifierは、画像ファイル全体の情報に基づいて画像を分類します。

Dividing cells

thers



例えば、画像を分裂細胞を含むもの(Dividing cells)とその他(Others)に分類することができます。









さらに、Image classifierを用いて分類用のモデルを生成できれば、自動撮影機能つきの顕微鏡で スライドガラス上のサンプルを連続撮影して、それらから目的の細胞を含む画像だけをそのモデルと RectLabelおよびCutSotrを用いて選抜できます。





4. 学習のためのアノテーション (Image classifier)

分けたい分類(class)名のついたフォルダーに別々に保存してください。





Image classifierのためのアノテーションは、簡単です。jpegかPNGフォーマットの画像を



X-codeを起動して"X-code"のプルダウンメニューから、"Open Developer Tool"内に ある"Create ML"を選択してください。

Ű.	Xcode	File	Edit	View	Find	Navigate	Editor
	About Acode	kcode e Exten	sions				
	Prefe Behav	rences. /iors			೫, ▶		
	Xcode	e Serve	r				
	Open	Develo	per To	ol		🙋 Instrun	nents
	Servio	ces			•	🕼 Simula	tor
Hide Xcode Hide Others Show All		25		 Access FileMe Create Reality 	sibility Insp rge ML		
	Quit X	code			жQ	U Reality	compose
						More Dev	eloper Too



(2) "New Document"ボタンをクリックしてください。

Favorites	Name	Date Modified 🗸 🗸	Size	Kind
Recents	Screen Shot 2021-10-11 at 19.37.09.png	Today 19:37	351 KB	PNG image
X Ann l'anti-	Screen Shot 2021-10-11 at 19.34.35.png	Today 19:34	684 KB	PNG image
Applications	Screen Shot 2021-10-11 at 19.34.00.png	Today 19:34	767 KB	PNG image
E Desktop	Screen Shot 2021-10-11 at 19.33.28.png	Today 19:33	710 KB	PNG image
😭 kiyotakanagaki	Screen Shot 2021-10-11 at 19.33.09.png	Today 19:33	571 KB	PNG image
	Screen Shot 2021-10-11 at 19.31.55.png	Today 19:32	704 KB	PNG image
iCloud	Screen Shot 2021-10-11 at 19.30.56.png	Today 19:31	853 KB	PNG image
ICloud Drive	Screen Shot 2021-10-11 at 19.30.24.png	Today 19:30	366 KB	PNG image
	Screen Shot 2021-10-11 at 19.30.01.png	Today 19:30	416 KB	PNG image
Locations	Screen Shot 2021-10-11 at 19.29.26.png	Today 19:29	371 KB	PNG image
ExraSSD 🔺	Screen Shot 2021-10-11 at 19.28.51.png	Today 19:28	533 KB	PNG image
Big Sur - Data	Screen Shot 2021-10-11 at 19.26.37.png	Today 19:26	564 KB	PNG image
Big_Sui - Data	Screen Shot 2021-10-08 at 8.36.02.png	October 8, 2021 8:36	735 KB	PNG image
🔛 Update	untitled folder 3	October 8, 2021 8:33		Folder
T	Screen Shot 2021-10-04 at 11.19.09.png	October 4, 2021 11:19	2 MB	PNG image
lags	MyObjectDetector120.mlproj	October 4, 2021 11:18	127.2 MB	MLProjcume
Gray	Screen Shot 2021-10-04 at 11.00.10.png	October 4, 2021 11:00	1.8 MB	PNG image
🔿 Green	👜 SpatialChatまとめ.docx	September 14, 2021 11:25	14 KB	Micros(.doc)
New Document			Cancel	Open

(3) "Image Classifier"を選び、"Next"ボタンをクリックしてください。



(4) "Project Name"を入力し、"Next"ボタンをクリックしてください。

🗯 Create ML File Edit View Win	dow Help
	Choose options for your new project
Project Name	MyImageClassifier
Author	Kiyotaka Nagaki
License	No license provided
Description	A machine learning model that has been trained to recognize images. When you give it an image, it responds with a label for that image.
	pi e
	bje hi
Cancel	Previous Next

(5) project fileを作成するために"Create"ボタンをクリックしてください。



p	\$ Q Search			
	Date Modified	~	Size	Kind
	Today 19:52		50 KB	MLProjcument
	Today 19:52		124 KB	PNG image
	Today 19:51		246 KB	PNG image
	Today 19:50		740 KB	PNG image
	Today 19:49		786 KB	PNG image
	Today 19:49		865 KB	PNG image
	Today 19:49		629 KB	PNG image
	Today 19:48			Folder
	Today 19:46		614 KB	PNG image
	Today 19:45			Folder
	Today 19:44		671 KB	PNG image
	Today 19:44		573 KB	PNG image
	Today 19:41		387 KB	PNG image
	Today 19:40		378 KB	PNG image
	Today 19:40		383 KB	PNG image
	Today 19:39		356 KB	PN
	Today 19:38		126 KB	NG image
	Today 19:38		233 KB	PNG image
			Canc	Create

(6) "Choose"をプルダウンして、「学習のためのアノテーション」で準備した 学習用の画像をクラスごとに保存したフォルダーを選択してください。

うまく読み込みができるとアイテム数とクラス数が表示されます。

🖆 Create ML File Edit View	Window Help				
•••		📋 MylmageClassifier:	3.mlproj		
I					- E
Add	Train				Share
Project	Input		Metrics		Output
MyimageClassifier3					
Markel Summer	Classes	Training	Validation	Testing	No Model
Moder Sources					
	Data Inputs				
	Training Data	Validatio	n Data	Testing Data	
			Auto		
	Hom: And	.	rato		Items
	Choose		tic	None	0
	CHOOSE		tru -	A HAUG	*
	Parameters				
		Maximum Iterations	25		
	Augmentations				
		Augment Data	Add Noise		
			Blur		
			Expose		
			Elip		
			Rotate		
	Training data required				
		A REAL PROPERTY OF A READ PROPERTY OF A REAL PROPER			

🔹 Create ML File Edit Vie	w Window Help			
• • •		🖹 MylmageClassifier3.mlp	proj	
	• •			
Add	Train			
Project	Input		Metrics	
MyImageClassifier3	2			
Model Sources	Classes	Training	Validation	Testing
MylmageClassifier31				
	Data Inputs			
	Training Data	Validation Da	ta	Testing Data
	120		A	
	tems	3	Auto	Items
	IC_MIX-50	C Automatic	ÿ	None
	Parameters			
		Maximum Iterations 2	5	
	Augmentations			
		Augment Data 🔲	Add Noise	
			Blue	
			0	
			Crop	
			Ехрове	
			Fllp	
			Rotate	
	Buch to built			
	Ready to train			

オプション:

Augment Dataにチェックを入れることにより、加工した画像を生成し、学習に利用します。チェックしたエフェ クトを加えた画像を生成し、そのセットを加えた学習を行うので、おおよそ、「チェックなしの計算時間 x (チェッ クの数+1回分)」の 計算時間がかかります。エフェクトの効果は学習に使用する画像に依存しますが、染色体画像 の場合は、あまり効果的ではありませんでした。ですので、「試してみて、効果があれば使用する」程度の機能です。

🗯 Create ML File Edit View	Window Help				
• • •		🛓 MyImageClassifi	er3.mlproj		
+					L
Add	Train				Share
Project	Input		Metrics		Output
MylmageClassIfier3	2				
Model Sources	Classes	Training	Validation	Testing	Nc Model
MylmageClassifier3 1	Data inputs				
	Training Data	Validat	ion Data	Testing Data	
	120 Items		Auto		Items
	IC_Mix-60	0 O Autor	natic	None	0
	Parameters				
		Maximum Iteration	15 25		
	Augmentations	Augment Da	ata 🗌 Add Noise		
			Blur		
			Crap		
			C. C. C.		
			Expose		
			Flip Rotate		
	Ready to train				Make a Copy

(7) "Train" ボタンをクリックして学習を開始します。

Create ML File Edit View	Window Help					
		🖹 Mylmag	eClassifier3.mlproj			
+						
Add	Train					Share
Project	Input		Metri	ics		Output
MI MyImageClassifier3	2					
Model Sources	Classes	Training	Validat	tion	Testing	No Model
MyImageClassifier3 1	Data Inputs					
	Training Data		Validation Data		Testing Data	
	120		Auto	2		
	Items		Auto	0		Items
	IC_Mix-60	۵ د	Automatic	\$	None	\$
	Description					
	Parameters					
		Maximum	Iterations 25			
	Augmentations					
		Aug	gment Data 🗌 Add Noise			
			Blur			
			Crop			
			Expose			
			🗌 Flip			
			Rotate			
	Ready to train					Make a Copy

すぐに学習が始まり、多くの場合は短時間(数秒から数分)で終わります。

📫 Create ML File Edit View	Window Help				
		MylmageClassifier8	3.mlproj		
+					ثن کا ا
Add	Cance				Share
Project	Input		Metrics		Output
MylmageClassifier3	2		0		
Model Sources	Classes	Training	Validation	Testing	Nc Model
🔟 MylmageClassifier3 1 🛛 🐇					
	 Activity 				
	Step 1 of 2 - Extracting featu	res			
	captor: canad				
	Processed 100 of 120 image	8			
		-			
					oje
					1
	Training started today at 9:20				Make a Copy
					AL MERS

Create ML ver 1で生成されたモデルのものと同程度でした。

Create ML ver 3では、学習が十分と判断された時は、開始時に自動的に選ばれた"Iterations"の 数より少ない反復数で終了します。生成されたモデルの判定精度は、染色体画像に関しては、

Activity Tr	00% 100% raining Validation	 Testing
Activit	.y	Sep 29, 2021
Model	g Completed converged at 10 itera	6:08 AM
Trainin 25 iter	g Started rations	6:08 AM
Trainin IC_Mix	g Data Added x-120	10:51 AM
Data S IC_Mix	ource Created x-120	10:51 AM
Project	t Created ageClassifier	10 [.] 51 AM
25. Model	Source Created ageClassifier 1	10:51 AM
	Image: Project state 1 Activity Tr Activity Trainin Model Trainin Image: Project state Mylma Model Mylma Model Mylma	Image: Contrast of the second structure 100% 100% Activity Training Validation Activity Training Completed Model converged at 10 itera Model converged at 10 itera Training Started 25 iterations Training Data Added IC_Mix-120 Data Source Created Data Source Created IC_Mix-120 Project Created MylmageClassifier Model Source Created MylmageClassifier 1

(8) 生成されたモデルを保存するには、"output"の下に表示されているファイルアイコンを 保存したい場所にドラッグします。

maga Classifier 2	mlarai					
nageclassmers.	miproj					ć
	Met	rics				Output
0% ning	100 Valid)% ation	 Iesting	9		и 17 КВ
6	8	10	12	14	16	
mum 25						
			Item Count	Precisio	on Re	ecall
				55	100%	100%

6. Object detectorの概要

Object detectorでは、画像中の個々の物体を検出することができます。 例えば、画像中の個々の物体を分裂細胞"Chromosomes"とその他"others"として検出します。

(1)RectLabelを起動し、"Open folder"ボタンをクリックしてください。開いたウインドウ内の "Change"ボタンをクリックして、アノテーションする画像の入っているフォルダとアノテーション を保存するフォルダ(今回は同じフォルダ)を選んでください。

(2) "Settings"ボタンをクリックして、続いて開いたウインドウ内の"+"をクリックして プロジェクト名を入力してください。

RectLabe	۱ 					
Zoom out	Zoom fit	Save	Settings	?		
				🗖 📶 Chr	omosomes	
Settings						
Attributes H	ctkeys Label	fast (2005))			
	Name	Cell cycle				
	D .:					
	Primary					
			ок)		

(3) "Object"ボタンをクリックし、物体を登録するために"+"ボタンをクリックしてください。 続いて、物体名を入力し、それを示す<mark>枠の色</mark>を指定してください。

(4) "Label fast"ボタンをクリックし、"Auto save"のチェックボックスにチェックを入れて ください。このオプションをオンにすることにより、画像をスクロールするごとに自動的に アノテーションが保存されます。

RectLabel	
Zcom out Zoom fit Save Settings ?	
	:hromosomes
Settings	
Attributes Hotkey Label fast Athers	
o save	
dialog when create	
se label dialog when select	
e 0-9 and a-z hotkeys	
e 1-click buttons	
ntain zoom and position	
story max length 16 🗘	
bel history Clear	
ОК	

(5) "Edit"をプルダウンして、簡易的なアノテーションの場合は"Create box"を選択してください。 物体をより正確に多角形を用いて選択したい場合には"Create polygon"を選択してください。

			e e				
Ű.	RectLabel	File	Export	Edit Core ML	View	Help	
Ope	on folder	Create	•	Create box Create polygor Create cubic b Create line	n ezier		
1/120 /	Ace3.png width	1300p	x height 1	Create point Create keypoin Label image Label pixels Move Rotate Delete Layer up Layer down	nts		
				Change Image Change object Clear object co	brightn color olor	ess and co	on
				Search images Clear search in Replace label r	nages name foi	r all image	s
				Undo Redo Cut Copy Paste Select All			
				Start Dictation Emoji & Symbo	 ols		~
							2

7. 学習のためのアノテーション(Object detector) 矢印キーの右を押すと次の画像にスクロールできます。

(6) 画像中の物体をアノテーションしてください。"Create box"を用いる場合は、対角にあたる2点をクリック すれば四角形を作ることができます。"Create polygon"の場合は、物体を囲うように複数の点をクリックし、 起点と終点をつなぐためにリターンキーを押します。続いて"Object"をプルダウンして物体名を選択します。

「いちいち手動で大量にアノテーションしたくない」「少しでも楽したい」という場合は、少数のアノテーションで学習させた モデルや既存のモデルを使って「AIによるアノテーション(p45-47)」を行い、出力された結果の範囲や名前を修正すると、 少ない労力で、大量のアノテーションを行うことができます。一見関係なさそうな物体を検出するモデルでも、個々の物体の 範囲だけは正確に検出することがあり、この場合は物体の名前を変更するだけで、アノテーションを完了することができます。 ただし、この方法では、ボックスを用いたアノテーションになり、ポリゴンを用いて細かい範囲を指定することはできません。

RectLabel			
Zoom out Coom fit	Save	Settings	
			Others Others Others Chromosomes Others Others Others Others

7. 学習のためのアノテーション(Object detector) (7) 全ての画像中の物体のアノテーションが終了したら"Export"をプルダウンして "Export Create ML JSON file"を選択してください。そして、JSONファイルを アノテーションした画像と同一のフォルダに"annotations"という名前で保存してください。

C RectLabel	File Export Edit	Core ML View	Help			
			Save annota	tions.ison		
Ocen folder			T			
			iags:			
100 Ace1.png width			20	Final Test	Quallarch	
	Favorites	Ace1.png				
	لم Applications	Ace1.xml				
	🔜 Desktop	Acc8.xml				
	👚 kiyotakanagaki	Ace11.png				
	Cloud	🖸 Ace13.png				
	💩 iCloud Drive	Ace13.xml				
	Locations	Ace21.xml				
	ExraSSD 🔺	🖬 Afi2.png 🖻 Afi2.xml				
	🧾 Big_Sur – Data	Afi4.png				
	🧖 Update	Afi4.xml				
	Tarts	Afi12.xml				
	New Folder				Cancel	Save
	G					

(1) X-codeを起動して"X-code"のプルダウンメニューから、"Open Developer Tool"内に ある"Create ML"を選択してください。

	Ć	Xcode	File	Edit	View	Find	Navigate	Editor	Ρ
		Abou Xcode Prefere Behavi Xcode	Xcode Exten ences. iors Serve	sions r		ж, ▶			
	Open De Services Hide Xco Hide Oth Show All Quit Xco	Open Servic Hide X Hide C Show	Develo es Code Others	per To		► жн :жн	 Instrum Simulat Access FileMer Create 	nents tor ibility Ins rge ML	spe
		code			жQ	C Reality	Compos eloper To	er ols	
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1								

(2) "New Document"ボタンをクリックしてください。

sktop	Q Search		
	Date Modified 🗸 🗸	Size	Kind
	Today 19:37	351 KB	PNG image
	Today 19:34	684 KB	PNG image
	Today 19:34	767 KB	PNG image
	Today 19:33	710 KB	PNG image
	Today 19:33	571 KB	PNG image
	Today 19:32	704 KB	PNG image
	Today 19:31	853 KB	PNG image
	Today 19:30	366 KB	PNG image
	Today 19:30	416 KB	PNG image
	Today 19:29	371 KB	PNG image
	Today 19:28	533 KB	PNG image
	Today 19:26	564 KB	PNG image
	October 8, 2021 8:36	735 KB	PNG image
	October 8, 2021 8:33		Folder
	October 4, 2021 11:19	2 MB	PNG image
	October 4, 2021 11:18	127.2 MB	MLProjcument
	October 4, 2021 11:00	1.8 MB	PNG image
	September 14, 2021 11:25	14 KB	Micros(.docx)

(3) "Object Detector"を選択し、"Next"ボタンをクリックしてください。

(4) "Project Name"を入力し、"Next"ボタンをクリックしてください。

e options for your new project	
ctDetector	
a Nagaki	
ise provided	
ine learning model that has been trained to detect	
in images.	
	0
	Previous Next

(5) project fileを作成するために"Create"ボタンをクリックしてください。

🗯 Create ML 🛛 F	ile Edit View Window Help					
Constant of the second s		Choose options for your ne	ew project			MyPlaygro
		🔲 Desktop	٢	Q Search		
Favorites	Name			Date Modified	 Size 	Kind
Recents	Screen Shot 2021-10-11 at 19.38.36.png			Today 19:38	126 KB	PNG image
X Applications	Screen Shot 2021-10-11 at 19.38.18.png			Today 19:38	233 KB	PNG image
Applications	Screen Shot 2021-10-11 at 19.37.50.png			Today 19:37	291 KB	PNG image
Desktop	📼 Screen Shot 2021-10-11 at 19.37.09.png			Today 19:37	351 KB	PNG image
😭 kiyotakanagaki	Screen Shot 2021-10-11 at 19.34.35.png			Today 19:34	684 KB	PNG image
	Screen Shot 2021-10-11 at 19.34.00.png			Today 19:34	767 KB	PNG image
iCloud	Screen Shot 2021-10-11 at 19.33.28.png			Today 19:33	710 KB	PNG image
ICloud Drive	Screen Shot 2021-10-11 at 19.33.09.png			Today 19:33	571 KB	PNG image
	Screen Shot 2021-10-11 at 19.31.55.png			Today 19:32	704 KB	PNG image
Locations	Screen Shot 2021-10-11 at 19.30.56.png			Today 19:31	853 KB	PNG image
ExraSSD 🔺	Screen Shot 2021-10-11 at 19.30.24.png			Today 19:30	366 KB	PNG image
Big_Sur - Data	Screen Shot 2021-10-11 at 19.30.01.png			Today 19:30	416 KB	PNG image
A la data	Screen Shot 2021-10-11 at 19.29.26.png			Today 19:29	371 KB	PNG image
Update	Screen Shot 2021-10-11 at 19.28.51.png			Today 19:28	533 KB	PNG image
Tags	Screen Shot 2021-10-11 at 19.26.37.png			Today 19:26	564 KB	PNG image
Grav	Screen Shot 2021-10-08 at 8.36.02.png			October 8, 2021 8:36	735 KB	Personage Com
Oray	untitled folder 3			October 8, 2021 8:33		Folder
Green	Screen Shot 2021-10-04 at 11.19.09.png			October 4. 2021 11:19	2 MB	PNG image
New Folder					Canc	Create
						All Conception of the second s
	Cancel			Previous	Next	
						All Block
		A PROPERTY OF MERCENSING	A State of the	the first of the second states of the second states and		the state of the state

(6) "Choose"をプルダウンして、「学習のためのアノテーション」で準備した学習用の画像と jsonファイルの入ったフォルダーを選択してください。うまく読み込みができるとアイテム数 とクラス数が表示されます。

🗯 Create ML File Edit View	Window Help			
		MyObjectDetector2.	miproj	
+ Add	Train			
Project	linput 2 Classes	 Training	Metrics Validation	 Testing
Model Sources	Data Inputs Training Data 120 Rems	Validation	Data Auto	Testing Data
•	OD_Mix-60	C O Automat	ic :	None
	Parameters	Maximum Iterations	5000	
	Ready to train			

オプション: Muximum Iterationsが自動的に表示されますが、必要に応じて数を変更する ことができます。私の経験では、自動的に表示された数値は、適切な値でした。

Create ML File Edit View	Window Help						
• • •	E 1	MyObject[Detector2.mlp	oroj			
+							Ċ.
Add	Train						Share
Project	Input			Metrics			Output
MvObjectDetector2							II.
	Z						
Model Sources	Classes	Training		Validation		lesting	No Model
MyObjectDetector2 1	Dete la suite						
	Data Inputs						
	Training Data		Validation Da	ta		Testing Data	
	100					.coonig Data	
	120			Auto			
	Items						Items
	CD Mix-60	0.0	Automatic		0	None	<u>^</u>
	Parameters						
		taxim un	torotion				
	N	viaximum i					
				A CONTRACTOR OF			
	Ready to train						Make a Copy

In the ver 3 Create ML ver 3では、Object Detectorに大きな変更がありました。 複雑な変更ですので、ver 1の学習の説明の後に変更点を説明します。

	Train	(D) Spanshot	Settings	Training
Project	Irain	Snapshot		
MyObjectDetector	Data			
Model Sources +		Training Data	(j)	Validation
MyObjectDetector 1		i di ili g Data		
MyObjectDetector 2				
MyObjectDetector 3		2 12	0	
MyObjectDetector 5		Classes Iter	ns	Split f
MyObjectDetector 6		View		
MyObjectDetector 7		OD_Mix-60	0	Automatic
MyObjectDetector 8		\		
MyObjectDetector 9				
Data Sources	Paran	neters		
⊟ OD_Mix-120			Algorithm	Full Network
Traning datasetcal microscopy				Trains a full obje
Traning dataset for Tetrads			Model Availability	macOS 10.14
⊜ OD_Mix-60				
			Iterations	5000
			Batch Size	Auto
			Grid Size	13
	Ready to	train for 5,000 iterations	i i	

Evaluation Preview	Output	Activity	Training Validation	 Testing
			Activity Training Data Added OD_Mix-60	Oct 4, 2021 11:25 AM
n Data 🕕	Testing Data	(<u>1</u>)	Data Source Created OD_Mix-60	11:25 AM
Auto			Model Source Created MyObjectDetector 9	11:25 AM
from Training Data	T		Project Created MyObjectDetector	5:00 PM
• •	None	•		
k 📀 act detection network based on	YOLOv2 architecture.			
+ iOS 12.0+ tvOS 12.0	+ watchOS 5.0+			
٢				
O x 10				
× 10				

(7) "Train" ボタンをクリックして学習を開始します。

🗯 Create ML File Edit View	Window Help				
• • •		MyObjectDetector	2.mlproj		
+					
Add	Train				Share
Project	Input		Metrics		Output
MyObjectDetector2	2				
Model Sources	Classes	Training	Validation	lesting	No Model
MVObjectDetector21					
	Data Inputs				
	T () D (D .		
	Training Data	Validatio	n Data	lesting Data	
	120		Auto		
	Items		, (0,00		Items
	OD Mix-60	C O Automa	tic	0 None	0
				•	
	Paraməters				
		Maximum Iterations	5000		
	Ready to train				Make a Copy

すぐに学習が始まり、多くの場合は数十分から数時間で終わります。

(8) 生成されたモデルを保存するには、"output"の下に表示されているファイルアイコンを 保存したい場所にドラッグします。

VyCbjectDetector	r2.m/proj									
									Sha] ire
		Metrics						Output		
99%		71%								
Training		Validation			Testing			63.5 MB		
		·····		······		~~~~				
2	2000		3000		4000		500	00		
0 of maximum 50	00									
						~ I/U E0%		Varied I/U		
							100%		84%	
							98%		68%	
econds — today a	t 20:06							Make	а Сору	

In the ver 3 Create ML ver 3では、Object Detectorに大きな変更がありました。

g Evaluation Preview	Output	Activity	Training Validation	 Testing
			Activity Training Data Added OD_Mix-60	Oct 4, 2021 11:25 AM
ation Data 🕕	Testing Data	(1)	Data Source Created OD_Mix-60	11:25 AM
Auto	L .		Model Source Created MyObjectDetector 9	11:25 AM
plit from Training Data	T		Project Created MyObjectDetector	5:00 PM
natic O	None	٥		
	A CONTRACTOR OF THE CONTRACTOR			
work 📀	n YOLOv2 architecture.			
0.14+ ios 12.0+ tvos 12.0	0+ watchOS 5.0+			
•				

In the ver 3 Create ML ver 3のObject DetectorではAlgorithmが選択できるようになりました。

Parameters

Iterations	5000
Batch Size	Auto
Grid Size	13

Full Networkの場合は、ver 1と類似した学習を行い、生成されたモデルはmacOS 10.14以降で使用するこ とができます。この場合、Grid Sizeというパラメータが表示されますので、学習画像の横x縦の比率に近い値 を選択してください(例えば1300x1030の画像の場合、13x10)。Batch Sizeは、一度のiterationに使用さ れる画像の枚数ですが、使用するコンピューターの能力に合わせて自動選択されます。この値が大きいほど学 習は正確になるので、手動で変更することもできますが、選んだ値が大きすぎると学習が長時間になります。

Parameters

ch Size Auto

To the out	To a distance of the second
ĸ	
ect de	ection network based on YOLOv2 architecture.
l+ ∣ i(OS 12.0+ tvOS 12.0+ watchOS 5.0+

In the ver 3 Create ML ver 3のFull Networkを用いて生成されたモデルは、ver 1で生成されたモデルと 同等の物体検出精度を持つことが多いです。

	Train More	(II) Snapshot	Settings	Training	Evaluation	Preview	Output		Activ
MyObjectDetector									L000
lei Sources +									0.978 teration 5,000
MyObjectDetector 1	١								
MyObjectDetector 2	6								
MyObjectDetector 3	L 1								
MyObjectDetector 5	4								
MyObjectDetector 6	``	and the second s							
MyObjectDetector 7	2	and the second s		~~~~~					
MyObjectDetector 8									
MyObjectDetector 9	Loss Iterati	ans							5,000
a Sources		Iteration		Loss	Dat	te		Snapshot	
B OD Mix-120		5000			D.98 20	21/10/04 12	:43		+ Snapshot
Traning datasetcal microscopy									
Traning dataset for Tetrads									

CD_Mix-60

Completed 5,000 iterations

98% 72% Training Validation	 Testing
Activity	Oct 4, 2021
Training Completed 5,000 iterations	12:44 PM
Training Started 5,000 iterations	11-27 AM
Training Data Acded OD Mix-60	11:25 AM
Data Source Created OD_Mix-60	11:25 AM
Model Source Created MyObjectDetector 9	11:25 AM
Project Created MyObjectDetector	5:00 PM

AMD Radeon Pro W5500X (Slot 1)	
CPU History	
Core 1	·
Core 2	
Core 3	
Core 4	
Core 5	
Core 6	
Core 7	
Core 8	
Core 9	
Core 10	
Core 12	
Core 13	
Core 14	
Core 15	v
Core 16	

Transfer Learningで生成されたモデルはmacOS 11以降でしか使用できません。この学習では、Macの写真 アプリで物体検出に使われているモデルを利用して転移学習を行うので、学習に必要な物体数は各クラス80個 以上とFull Networkの200個以上に比べて少ない画像で学習することができます(いずれもアップル社の推奨 値であり、これら以下でも学習は可能です)。Batch Sizeは、一度のiterationに使用される画像の枚数です が、使用するコンピューターの能力に合わせて自動選択されます。この値が大きいほど学習は正確になるの で、手動で変更することもできますが、選んだ値が大きすぎると学習が長時間になります。

Parameters

Algorithm	Transfer Learr
	Trains a detector u learn, this option is the resulting mode
Model Availability	macOS 11.0+
Iterations	5000
Batch Size	Auto

Create ML ver 3のTransfer Learningを用いて生成されたモデルは、非常に小さいloss値を示し ますが、染色体データの場合、RectLabelで確認すると1つの細胞を複数回検出する間違いが多く なっています。おそらくは、写真アプリのモデルが細胞の検出に向いていないためだと思われます ので、検出する物体によって、転移学習の効果が異なる可能性があります。

	(a)	Settings Training E	Evaluation Preview Output		100% 72%	
Projest	Train More Snapshol			Activity	Training Validation	Teeling
MyObjectDetector				Loss	Antivity	Oct 4, 2021
Model Sources +				0.013 Renation 5,000	Training Completed 5,000 iterations	2:27 PM
MyObjectDetector 1					Training Started 5,000 iterations	12:57 PM
MyObjectDetector 2 MyObjectDetector 3	2				Training Data Added OD Mix-60	12:57 PM
MyObjectDetector 5					Model Scurce Created	12:57 PM
MyObjectDetector 6					My ObjectDetector 10	11-05-414
MyObjectDetector 7	1				OD_Mix-60	11520 6181
MyObjectDetector 8					Project Created MyObjectDetector	\$200 PM
MyDbjectDatector 9	Loss Literations			5,0001		
MyObjectDetector 10	Lienation	Lons	Dute	Snepshol		
Dete Sources	5000		0.013 2021/10/04 14:28	+ Snapshot		
⊜ OD_Mix-120						
58 Traning datasetcal microscopy						•
E Traning dataset for Tetrads						
⊜ OD_Mix-60						
						e de la companya de la
						¢
						<pre>c</pre>
						4
	Completed 5,000 iterations				1	Card C

Create ML ver 3のObject Detectionでは、ver 1とは異なるモデルが出力されるので、 もしれません。

これまでに述べなかったver 3 独自の機能として、「追加学習 が容易」という点があります。 追加学習を行う場合(Iteration 回数を増やす場合)、ver 1では 最初からやり直す必要がありま したが、ver 3ではTrainingウィ ンドウ左上に表示される「Train More」というボタンを押せば、 追加学習が可能になっていま す

双方のバージョンを用いてモデル生成すれば、目的にあったモデルが生成される可能性が高まるか

Completed 5,000 iterations

%		
ation	Testing	
	Oct 4, 2021	
	12:44 PM	
	11-27 AM	
	11:25 AM	
	11:05 41	
	11-25 AM	1
	11:25 AM	
	11.20 110	
	5:00 PM	
		-
	1.4	a el

9. AIによるアノテーション

"Change"ボタンをクリックして、アノテーションする画像の入っているフォルダと アノテーションを保存するフォルダを選んでください。

width 375px height 288px

(1)RectLabelを起動し、"Open folder"ボタンをクリックしてください。開いたウインドウ内の

RectLabel		
Zoom out Zoom fit	Save Settings ?	
	0.	
Open folder	and the second s	
	Change	
sktop/2D Final Test/		
	Change	
sktop/untitled folder 4/		
Cancel	СК	

9. AIによるアノテーション

(2) "Core ML"をプルダウンして、"Load Core ML model"を選択してください。

9. AIによるアノテーション

(3) "Core ML"をプルダウンして、アノテーションするために"Process all images using Core ML"を選んでください。

9. AIによるアノテーション 矢印キーの右を押すと次の画像にスクロールできます。

(4) アノテーションが終了すると、Image classifierの場合は画像全体のアノテーションが、 Object detectorの場合は個々の物体のアノテーションが右のウインドウに表示されます。

(1) ダウンロードされたCutSort-mainフォルダから"CutSort.app"の右クリックによりウインドウを 表示し、続いて"Open"を選択し、開いたウインドウの"Open"ボタンをクリックしてください。

(2) "File Sorter"ボタンをクリックして、"Image classification"を選択してください。

Window Help	🗯 CutSort File Edit Window He
Cut&Sort	Cut&Sort
to Menu	Back to Menu
	Input type
letection on sliced images	Object detection on sliced images
akanoka jogle images	Object detection on single images
lassification	 Image classification
	Input directory
mmarize annotations	Please select an input directory.
erlaped area	
	Output directory
ations	Please select an output directory.
ut directory	Bus
an input directory	Run
Imput directory.	
nal image file	
al image file of solices	
inta mage no or serves.	
tput directory	
ct an output directory.	

(3) RectLabelによって出力された画像と.xmlファイルを含むフォルダーを"Input directory" ボタンをクリックして選択してください。続いて、出力先のフォルダーを"Output directory" ボタンをクリックして指定してください。最後に"Run"ボタンをクリックすると画像が 仕分けられます。

🗯 CutSort File Edit Window Help	🗯 CutSort File Edit Window Help	CutSort File Edit Window Help
Cut&Sort	Cut&Sort	Cut&Sort
Back to Menu	Back to Menu	Back to Menu
Input type	Input type	Input type
 Object detection on sliced images Object detection on single images Image classification 	Object detection on sliced images Object detection on single images Image classification	Object detection on sliced images Object detection on single images Image classification
Input directory Please select an input directory.	Input directory Please select an input directory.	Input directory Please select an input directory.
Output directory	Output directory	Output directory
Please select an output directory.	Please select an output directory.	Please select an output directory.
Run	Run	Run

< >

Favorites

ICloud

Locations

Update

Gray

Green

Orange

🛑 レッド

(AlrDrop

(4) 結果として、指定された出力フォルダにはクラスごとのフォルダが生成され、そのクラスに 属する画像と.xmlファイルがクラスフォルダに格納されます。ファイル仕分けに関する 情報が記載された"object_list.csv"ファイルも同時に生成されます。

(1)ダウンロードされたCutSort-mainフォルダから"CutSort.app"の右クリックによりウイ ンドウを表示し、続いて"Open"を選択し、開いたウインドウの"Open"ボタンをクリック してください。

CutSort-mai	n	
	• 🖞 💿 🔍 Search	
Name	 Date Modified 	Favorites
Drop 🕨 🖿oycache	January 14, 2021 21:32	AirDrop
build	January 14, 2021 21:32	Repeats
	January 14, 2021 21:32	Necessary Necessary
plications 💦 🔡 CutSort.app	January 14, 2021 21:32	Applications
sktop	January 14, 2021 21:32	Desktop
j filesorter.py	January 14, 2021 21:32	📯 kivatakanagaki
images	January 14, 2021 21:32	
👔 imageslicer.py	January 14, 2021 21:32	iCloud
LICENSE	January 14, 2021 21:32	(A) iCloud Drive
in main.py	January 14, 2021 21:32	
; main.spec	January 14, 2021 21:32	Locations
aSSD 🔺 🖹 README.md	January 14, 2021 21:32	ExraSSD 🔺
i setup.py	January 14, 2021 21:32	
_Sur - Data		Big_sur - Data
date		🔛 Update
		Тадз
13 items, 415.67 GB a	vailable	

(2) "File Sorter"ボタンをクリックして、"Object detection on single images"を 選択してください。

Edit Window Help	le l	CutSort File Edit Window Help
it&Sort		Cut&Sort
k to Menu		Back to Menu Input type
ation on single images		 Object detection on sliced images Object detection on single images Image classification
t directory agaki/Desktop/InPutOD		Input directory /Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD
ut directory		Output directory
gaki/Desktop/OutPutOD		/Users/kiyotakanagaki/Desktop/OutPutOD
Run		Run

(3) RectLabelによって出力された画像と.xmlファイルを含むフォルダーを"Input directory" ボタンをクリックして選択してください。続いて、出力先のフォルダーを"Output directory" ボタンをクリックして指定してください。最後に"Run"ボタンをクリックすると画像中の物体 がカウントされます。

e Edit Window Help	CutSort File Edit Window Help
Cut&Sort	Cut&Sort
Back to Menu	Back to Menu
be	Input type
detection on sliced images	Object detection on sliced images
detection on single images	 Object detection on single images
Image classification	Image classification
Input directory	Input directory
akanagaki/Desktop/InPutOD	/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD
Output directory	Output directory
akanayaki Desktop/OutPutOD	/Users/kiyotakanagaki/Desktop/OutPutOD
Run	Run

(4) 結果として、指定された出力フォルダには画像中の物体に関する情報が記載された "object_list.csv"ファイルが生成されます。このファイルには検出した物体がリストアップ されていますので、エクセル等の表計算ソフトを使って全ての画像中に存在する 各クラスに分類された物体の数を知ることができます。

	OutPutOD □ □ □ □ □ □ □ □ Q Search
Favorites	
Recents	CSV
Applications	object_list.csv
Desktop	
📳 kiyotakanagaki	
iCloud	
Cloud Drive	
Locations	
Big Sur - Data	
Update	
Tage	
lags	1 item, 417.84 GB available

object_list

xml_file	image_file	annotation	xmin	ymin	xmax	у
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Ha7.xml	Ha7.png	Others	40	584	387	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Ha7.xml	Ha7.png	Chromosomes	470	351	893	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Ha7.xml	Ha7.png	Others	262	1	603	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Nto16.xml	Nto16.png	Chromosomes	519	283	795	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Nto16.xml	Nto16.png	Chromosomes	42	214	295	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Nto16.xml	Nto16.png	Chromosomes	785	295	1037	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Nto16.xml	Nto16.png	Chromosomes	298	208	553	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Os4.xml	Os4.png	Chromosomes	608	411	815	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Nt67.xml	Nt67.png	Chromosomes	540	320	1021	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/Nt67.xml	Nt67.png	Others	36	192	237	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/BY2-98.xml	BY2-98.png	Chromosomes	373	246	935	
/Users/kiyotakanagaki/Desktop/InPutOD/BY2-98.xml	BY2-98.png	Others	724	1	948	

