

CEDEC2021

3DCG住宅プレゼンテーションの グローバルイルミネーションを ディープラーニングで推定！

シリコンスタジオ株式会社

研究開発室

京田 文人

2021/8/26



- 講演者
 - 京田 文人
 - シリコンスタジオ株式会社
 - 2012年入社
 - 研究開発室所属
 - リアルタイムレンダリングエンジンの研究開発に従事
- 本講演について
 - 写真撮影OK
 - SNS投稿OK
 - 資料は後日公開予定

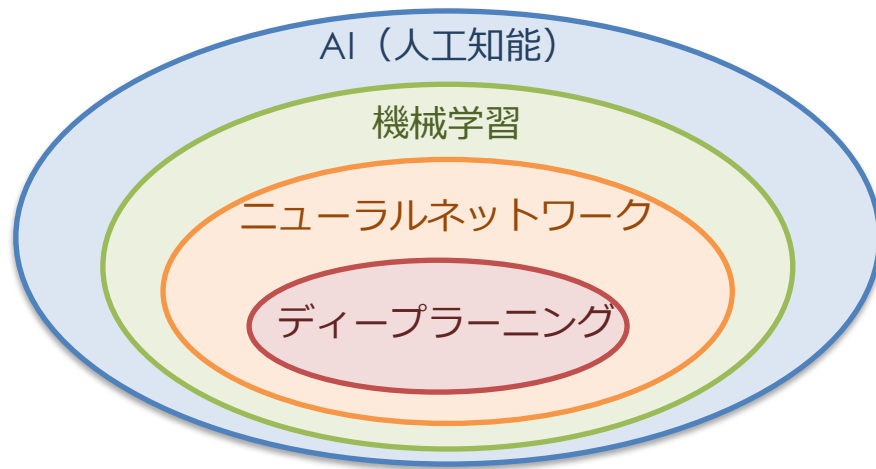


- ディープラーニングの基礎知識
- 住宅プレゼンテーションシステム
- ニューラルネットワークの学習
- 結果
- まとめ

- ディープラーニングの基礎知識
 - ディープラーニングとは
 - ディープラーニングとCG
 - 弊社でのディープラーニングの取り組み
- 住宅プレゼンテーションシステム
- ニューラルネットワークの学習
- 結果
- まとめ

ディープラーニングとは

- AI（人工知能）
 - （SFの中では）感情を持ち、何をしたいか、そのために何をすればいいか、などすべて自律的に考えられる知能を持った存在
 - 人間が行っている判断に似たものをコンピュータに行わせる技術



- 機械学習

- 学習（データを用いて内部モデルを修正し、よりよい結果が得られるようにすること）を機械に行わせる

- 教師あり学習

- 入力データから正解（教師データ）に近いものを出力できるようにする

- 教師なし学習

例：文字認識（入力：画像、出力：文字）

- 入力データの特徴やパターンを把握する

- 強化学習

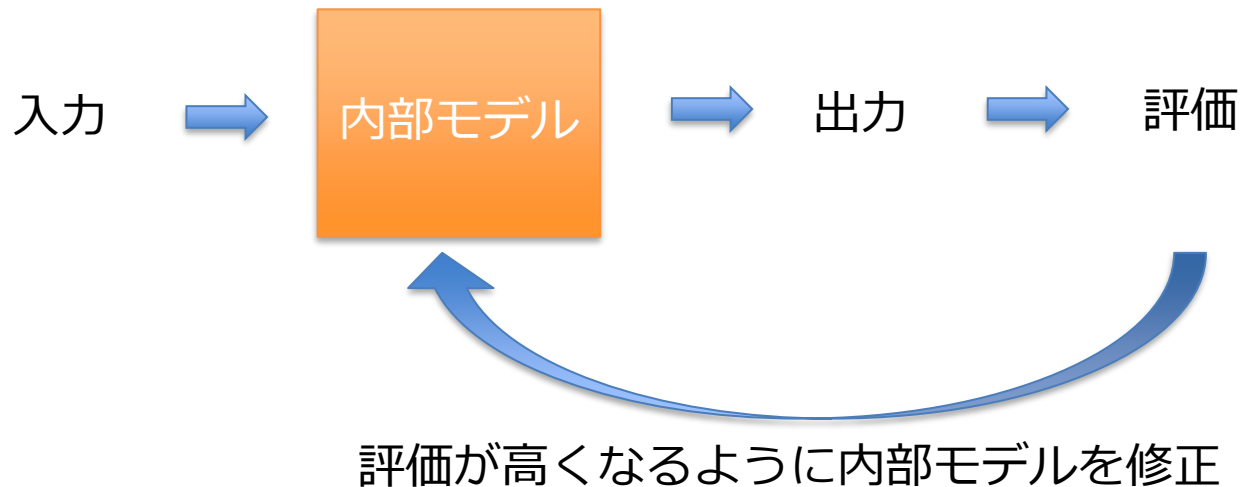
例：クラスタリング（似たものをグループ化）

- 出力結果を評価して、より高い評価になる結果を出力できるようにする

例：二足歩行ロボットの制御（どれだけ転ばずに進めたか）

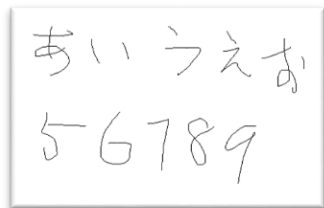
|ディープラーニングとは

- 機械学習



ディープラーニングとは

- 教師あり学習（文字認識）



入力

画像



内部モデル

あいうえお
56789

教師データ

あいうえす,
56184



出力

文字列



評価

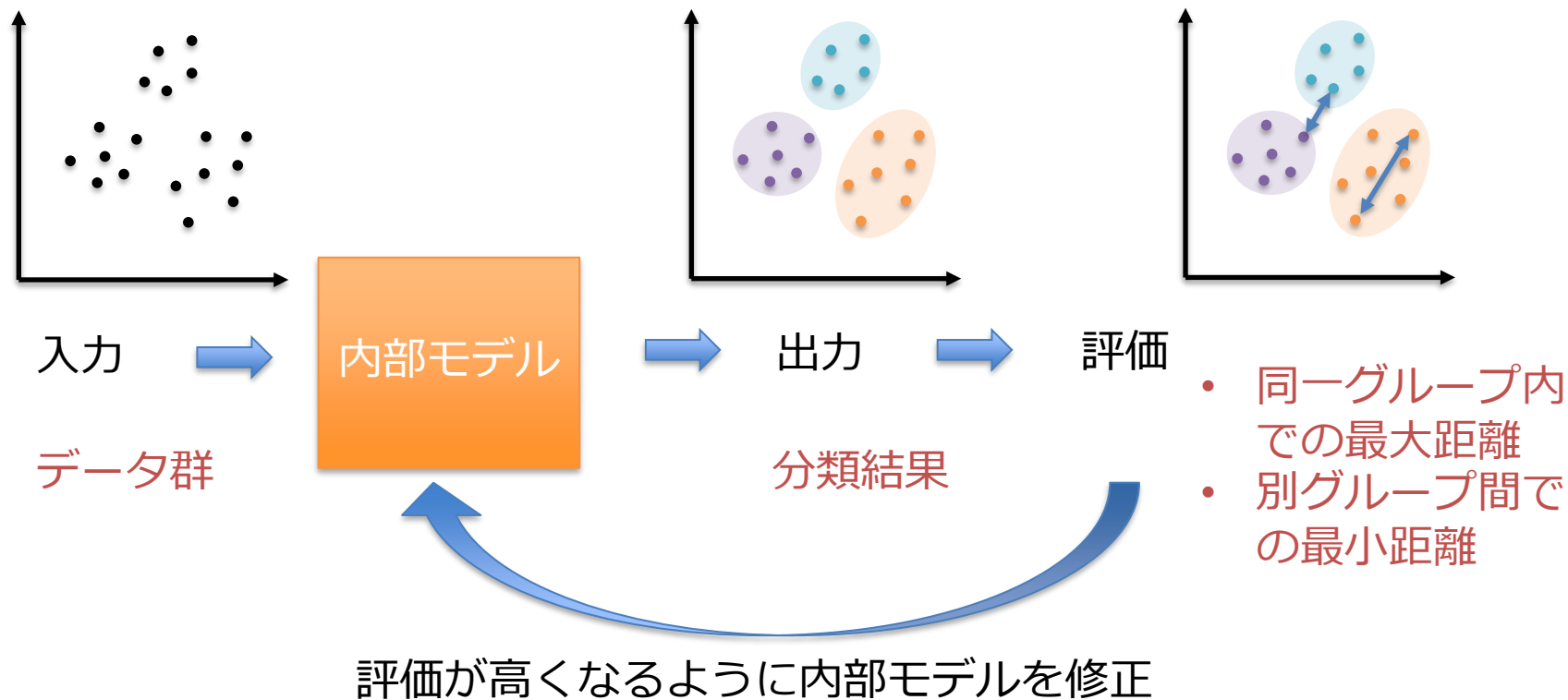
正解との一致率

あいうえす,
56184

評価が高くなるように内部モデルを修正

ディープラーニングとは

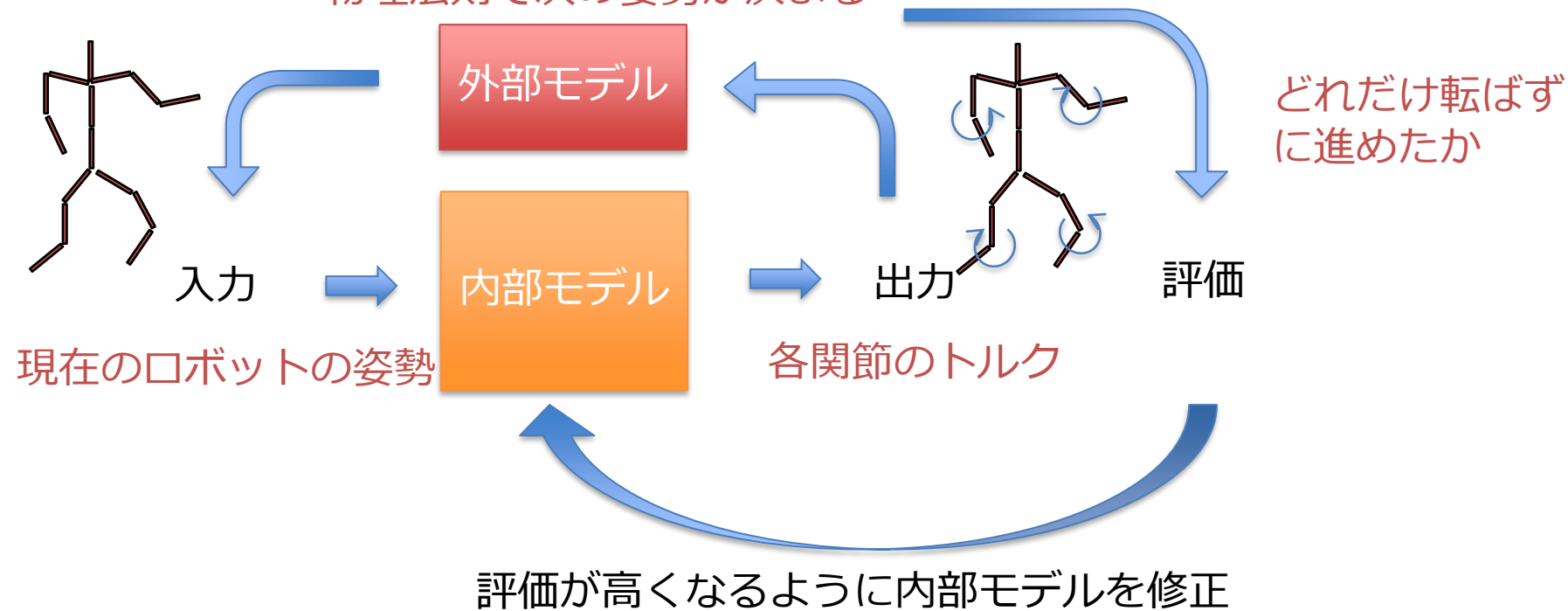
- 教師なし学習（クラスタリング）



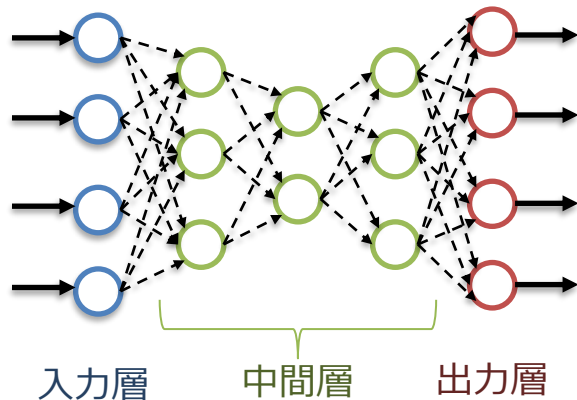
|ディープラーニングとは

- ・ 強化学習（二足歩行ロボットの制御）

物理法則で次の姿勢が決まる



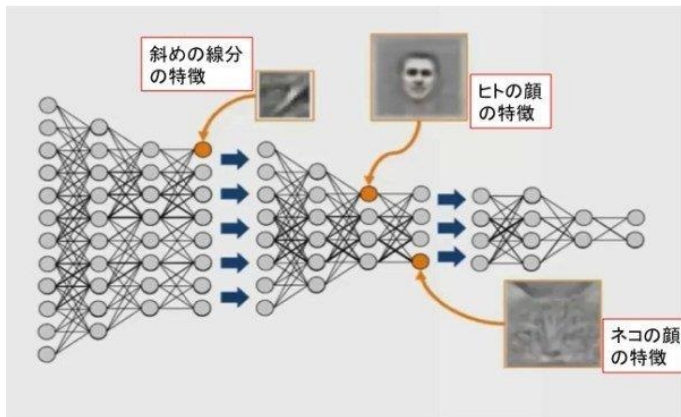
- ニューラルネットワーク
 - 生物の脳の構造をモデル化
 - 入力値の合計に応じて出力を出す神経細胞（ニューロン）をつなげてネットワークを構成
 - 学習によってニューロン間の結合の重みを修正



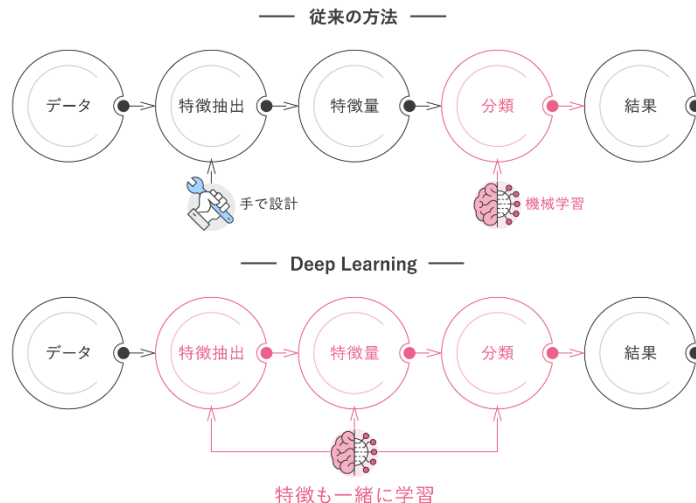
ディープラーニングとは

- ディープラーニング

- ニューラルネットワークの中間層を多重に
- （何層以上という決まりは特にない）
- 従来は人間が設計していた特徴量の定義も学習対象とした



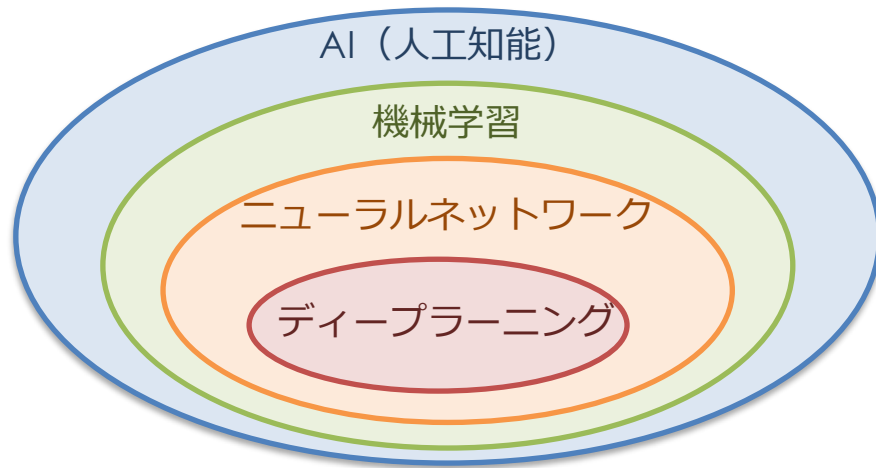
[1] Quoc et al., "Building High-level Features Using Large Scale Unsupervised Learning", 2012



[2] https://www.tdse.jp/service/analytics/deep_learning/

ディープラーニングとは

- 人間が行っている判断に似たものをコンピュータに行わせるため、データを用いて機械で学習
- 内部モデルはニューラルネットワーク
- 特徴抽出も学習するので、入出力のデータのみ用意すればよい



- フォトリアルなCG
 - シチュエーション（入力）に応じて自然な画像（出力）を生成
 - 物理ベースレンダリング(PBR)
 - レイトレーシングなどを用いた正確なライティング計算、BRDFや表面下散乱などの正確な反射モデル、大気散乱、カメラの光学シミュレーション
 - なぜ正確な計算が必要か
 - 人間は生まれてから成長の過程で、肉眼で風景を見たり、実写映像を観たりして、何が映っているかを判断できるように学習してきた
 - そのため、学習データの特徴から外れた画像を見ると、不自然だと気付いてしまう

- ディープラーニングによるCG
 - 人間が見てきた学習データ（実写映像）に近い特徴を持った画像さえ生成できれば、必ずしも正確な物理計算は必要でない
 - 学習データ（実写や正確に物理計算したCG）から特徴を学習し、シチュエーション（入力）に応じて自然な画像（出力）を生成

👉まさにディープラーニングの出番！

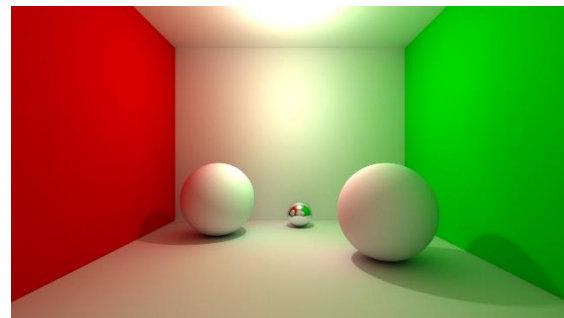
|ディープラーニングとCG

- ディープラーニングに向いてない
 - 既に十分リアルな表現が可能
 - 比較的単純なマテリアル
 - 出力の幅が広すぎる
 - 鏡面反射



ディープラーニングとCG

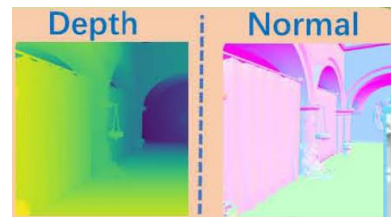
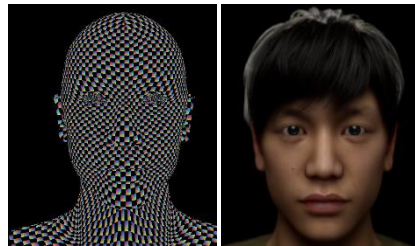
- ディープラーニングに向いてない
 - 既に十分リアルな表現が可能
 - 比較的単純なマテリアル
 - 出力の幅が広すぎる
 - 鏡面反射
- ディープラーニングに向いている
 - リアルな表現が困難、かつ、出力が割と似通っている
 - 人間の顔
 - PBRだと毛穴や皺など細部までアセットを作りこむ必要がある
 - 基本的な顔の構造は共通
 - グローバルイルミネーション
 - レイトレーシングでは多数のサンプルが必要
 - 人間が想像するそれっぽい特徴は限定的
 - 超解像、デノイズ
 - 計算コストが高い
 - 入力によって出力が決まる



弊社でのディープラーニングの取り組み

- 人間の顔
 - 顔を直接リアルタイムにレンダリング
 - 人間の顔の構造は共通なので、各部位にそれぞれ特化したニューラルネットワークを使い分けることで効率化を図る（ハッシュ分業アプローチ）
- グローバルイルミネーション
 - ライトプローブ
 - 直接光のみのライティングから間接光を推定
 - AO
 - 深度と法線からAOをリアルタイムに推定^[2]
 - 今後、デノイズ、超解像などに応用する予定

CEDEC 2020で講演^[1]



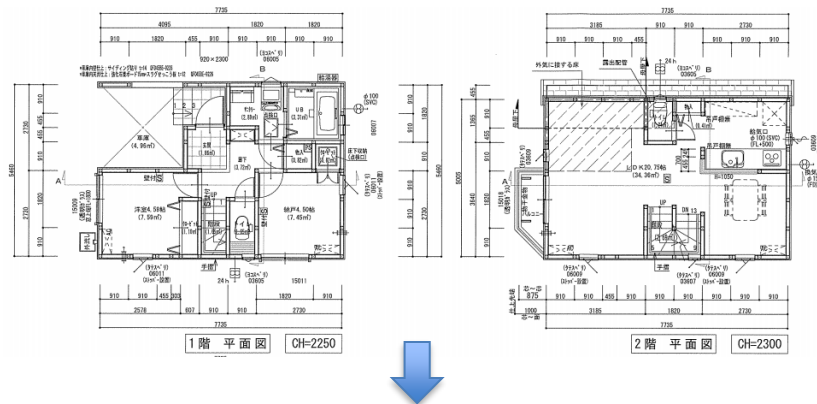
[1] Heltzberg, “エンド・トゥ・エンドAI描画に至る道- 高度構造化入力のためのニューラルネットワーク構成やインフラの検討 -”, CEDEC2020

[2] Zhang et al., “DeepAO: Efficient Screen Space Ambient Occlusion Generation via Deep Network”, 2020

- ディープラーニングの基礎知識
- **住宅プレゼンテーションシステム**
 - 住宅プレゼンテーションシステムの紹介
 - ライトプローブによるグローバルイルミネーション
 - ディープラーニングの適用方法
- ニューラルネットワークの学習
- 結果
- まとめ

住宅プレゼンテーションシステム

- 注文住宅
 - 建売と異なり、現物はまだ存在しない
 - 見取り図だけではイメージしにくい
- プレゼンテーションシステム
 - 住宅の外観や室内がどのような見た目になるかをCGで表示
 - VRでのウォークスルーも可能
 - 建材の種類や家具の配置をリアルタイムに変更可能
 - 部屋の明るさなどリアルに再現





住友林業



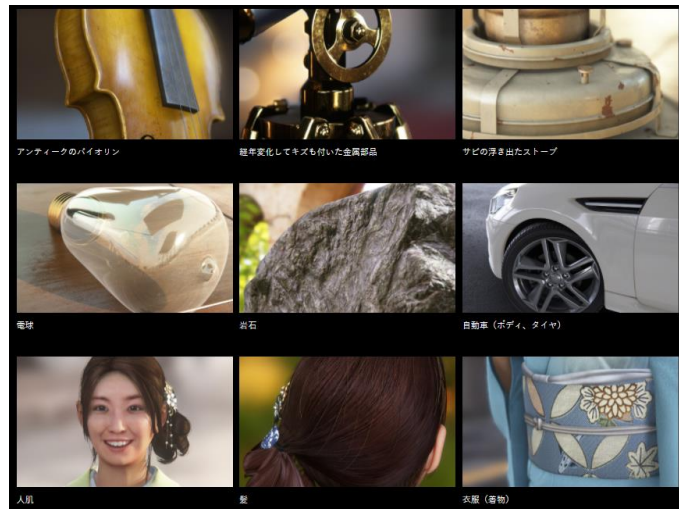
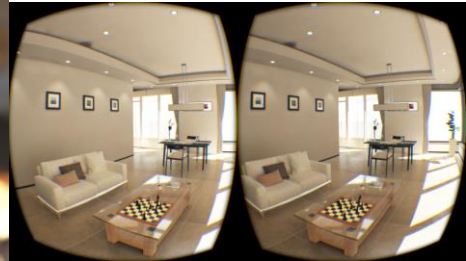
Silicon Studio

- 2018年より住友林業様の内製3DCG住宅プレゼンテーションシステム（Photoreal 3D）のレンダラーにMizuchiが採用されている
- Mizuchiのライセンスだけでなく、共同でシステムの開発・保守業務も継続的に行っている

「レンダリングエンジン”Mizuchi”」

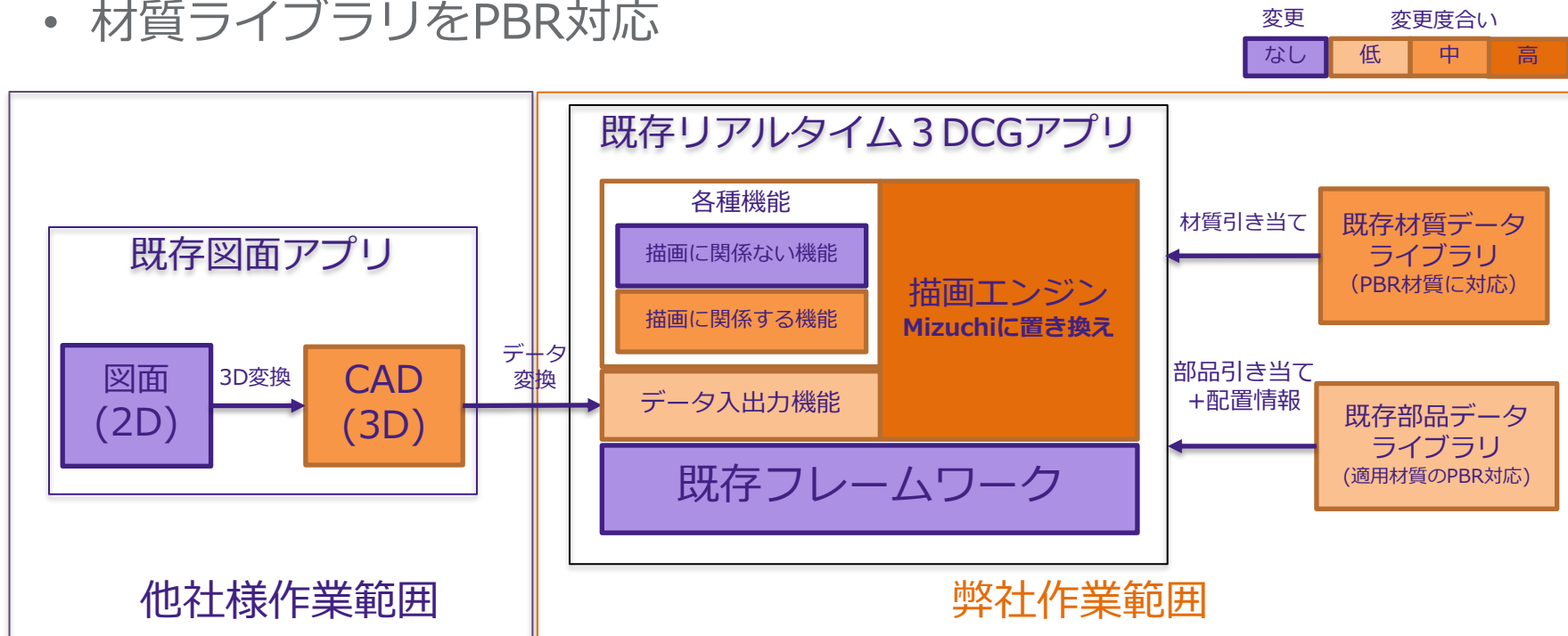
- 弊社開発の物理ベースレンダリングエンジン
 - － リアルタイムレンダリング
 - ・ VR対応
 - ・ HDR対応
 - － 多様なマテリアルの質感表現
 - ・ 金属、人肌、屈折ガラス、塗装、etc.
 - － マルチプラットフォーム対応
 - ・ Nintendo Switch™、PlayStation®4、STADIA、Linux (OpenGL)
 - ・ Windows (DirectX 11/12、OpenGL、Vulkan)、
 - ・ Android (OpenGL ES3、Vulkan)、iOS (OpenGL ES3、Vulkan)
 - － Yebisによるポストエフェクト
 - － Enlightenによるグローバルレイルミネーション
- CEDECでも多数講演
 - － シリコンスタジオの最新テクノロジーデモ技術解説(2014)
 - － 物理ベース時代のライトマップバイク奮闘記(2015)
 - － シリコンスタジオによるHDR出力対応の理論と実践(2016)
 - － 実践的なHDR出力対応 ～レンダリングパイプラインの構築～(CEDEC+KYUSHU2017)
 - － 物理ベース？アート指向？～尤もらしさと自由度を両立するレンズフレア表現～(2019)
 - － シリコンスタジオで開発中の Mizuchi for DCC Tool について(2019)

<https://www.siliconstudio.co.jp/rd/presentations/>



Mizuchi搭載の実施例

- レンダリング部分をMizuchiに置き換え
- 材質ライブラリをPBR対応



- 新旧比較



旧レンダリングエンジンでレンダリングされた室内イメージ



『Mizuchi』でレンダリングされた新型3DCADシステムによる施工イメージ

旧レンダリングエンジンで描画したイメージ



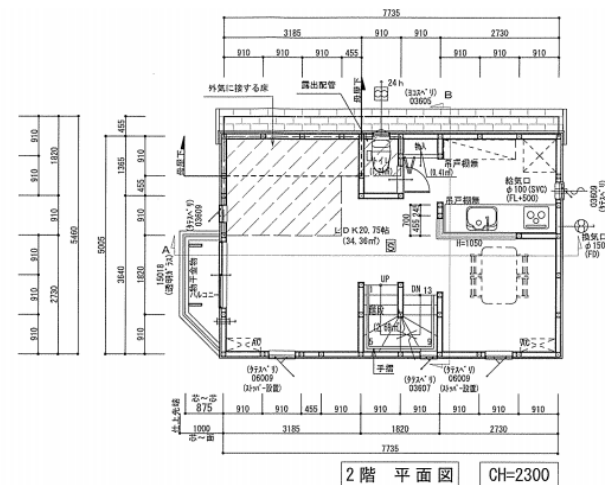
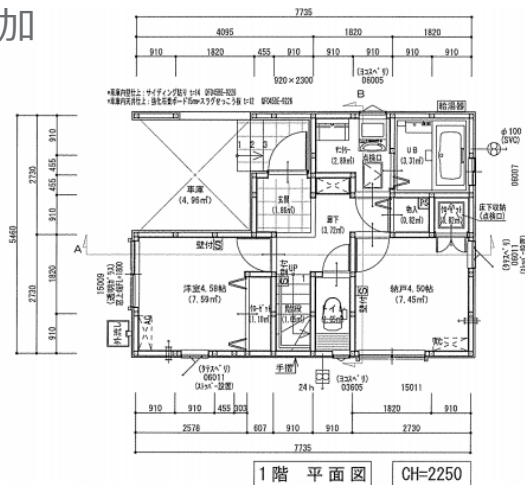
Mizuchiで描画したイメージ



- Mizuchiの新機能として開発
 - 住宅のCADデータから3Dモデルに変換してそのまま表示
 - ゲームなどとは異なり、シーン毎の調整はできない
 - ライトマップのベイクでは時間がかかりすぎる
 - EnlightenはUIも含めての統合が困難
 - ライトプローブ
 - 位置と少数のパラメータで制御できる
 - ベイク時間は数十秒～数分程度
 - バックグラウンドベイク機能を実装
 - 起動時は少数のプローブによって表示
 - バックグラウンドで他のプローブをベイク
 - ベイクが完了したら画面に適用する

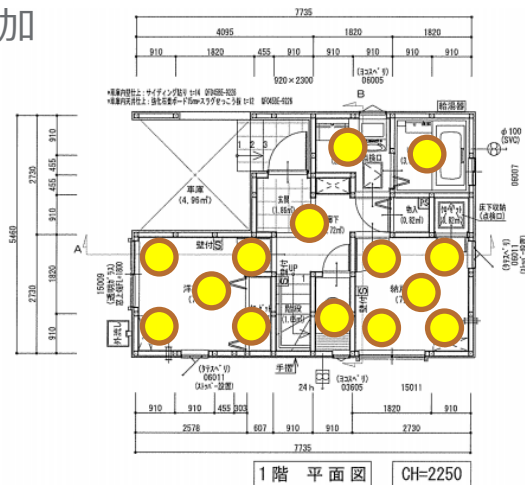
|ライトプローブの自動配置

- CADデータからルールベースで自動配置
- 例（実際のものとは異なる）
 - 各部屋の四隅と中央に配置
 - 閾値以上の広い部屋では、照明器具の下にも追加
 - 逆に狭い部屋は中央のみ
 - 外観用は、建物の角をはさむように配置
 - 入隅など暗がりができる場所にも追加
- 詳細は企業秘密



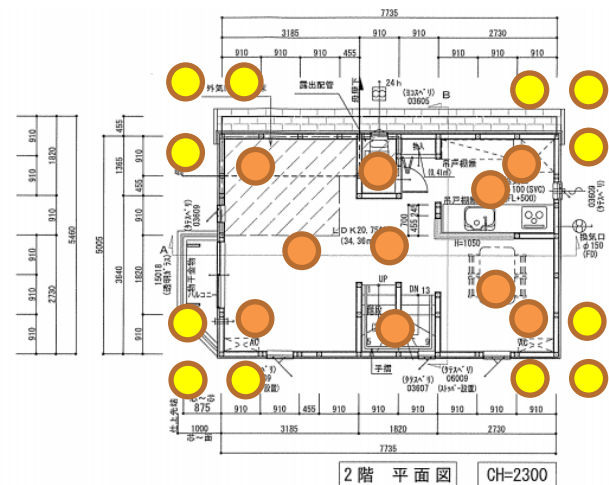
|ライトプローブの自動配置

- CADデータからルールベースで自動配置
- 例（実際のものとは異なる）
 - 各部屋の四隅と中央に配置
 - 閾値以上の広い部屋では、照明器具の下にも追加
 - 逆に狭い部屋は中央のみ
 - 外観用は、建物の角をはさむように配置
 - 入隅など暗がりができる場所にも追加
- 詳細は企業秘密



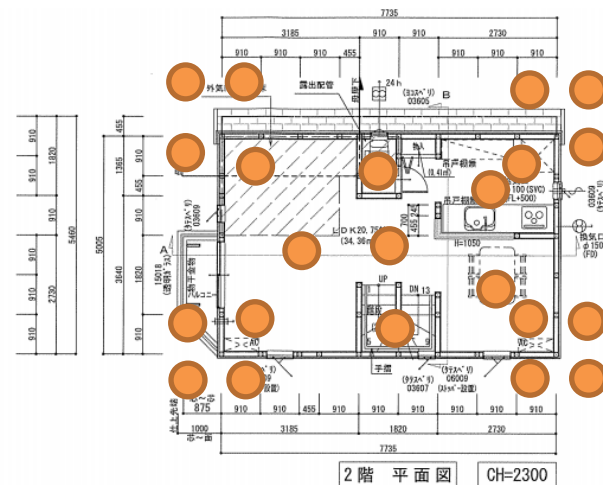
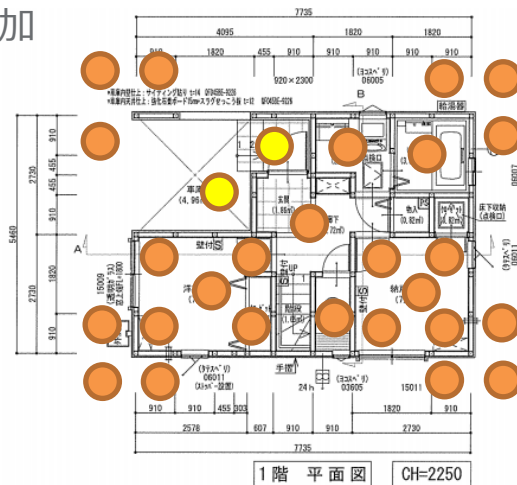
Silicon Studio
Ideas × Art × Technology

- 詳細は企業秘密



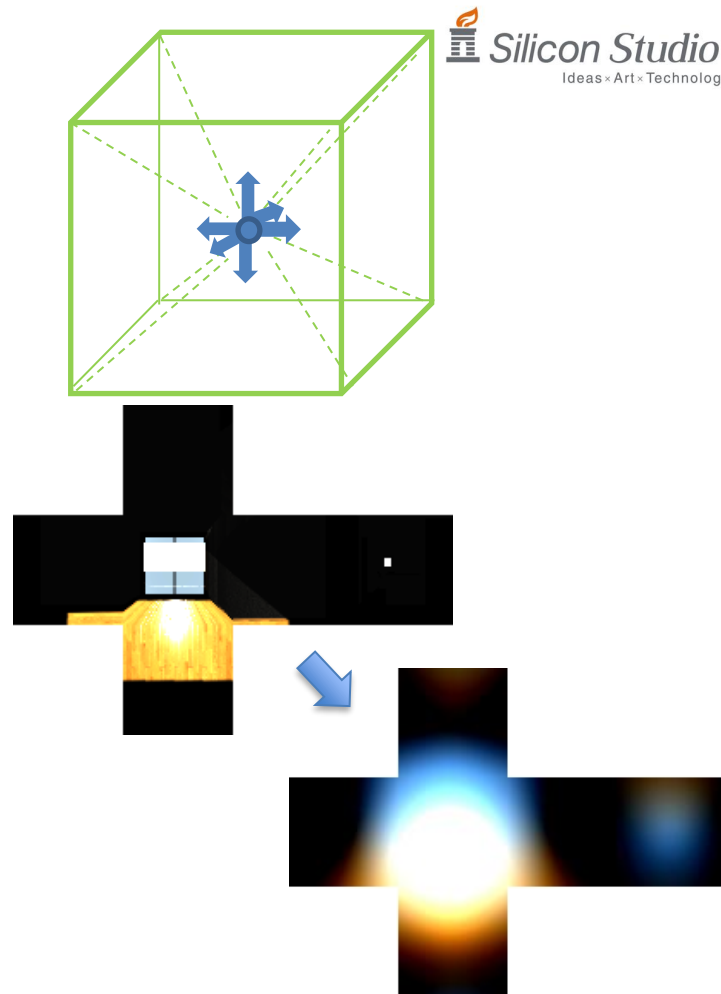
|ライトプローブの自動配置

- CADデータからルールベースで自動配置
- 例（実際のものとは異なる）
 - 各部屋の四隅と中央に配置
 - 閾値以上の広い部屋では、照明器具の下にも追加
 - 逆に狭い部屋は中央のみ
 - 外観用は、建物の角をはさむように配置
 - 入隅など暗がりができる場所にも追加
- 詳細は企業秘密



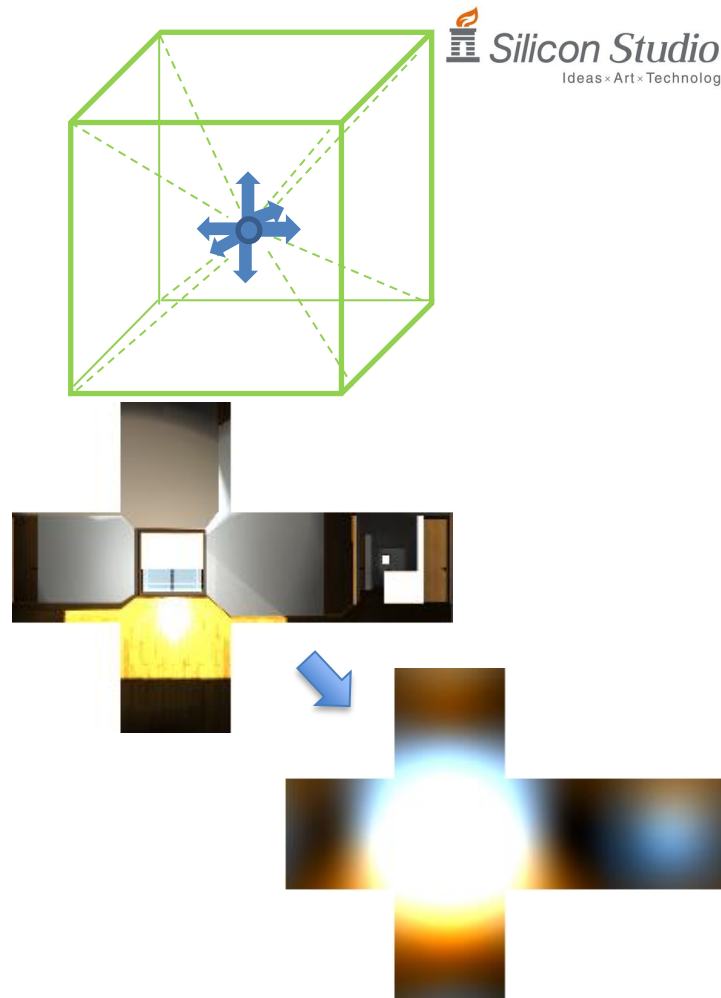
ライトプローブのベイク

1. ライトプローブの位置で撮影
 - 6方向をレンダリング
 - ライティングは直接光とスカイマップのみ
 - キューブマップに保存
2. キューブマップをSH(球面調和関数) で近似
3. 全ライトプローブのSH係数をシーンにセット
4. ライトプローブの位置で再撮影
 - SH係数を用いて間接光をライティング
5. キューブマップをSH(球面調和関数) で近似
6. 全ライトプローブのSH係数をシーンにセット
7. ステップ4~6を繰り返す



ライトプローブのベイク

1. ライトプローブの位置で撮影
 - 6方向をレンダリング
 - ライティングは直接光とスカイマップのみ
 - キューブマップに保存
2. キューブマップをSH(球面調和関数) で近似
3. 全ライトプローブのSH係数をシーンにセット
4. ライトプローブの位置で再撮影
 - SH係数を用いて間接光をライティング
5. キューブマップをSH(球面調和関数) で近似
6. 全ライトプローブのSH係数をシーンにセット
7. ステップ4~6を繰り返す



ディープラーニングの適用方法

1. ライトプローブの位置で撮影
 - 6方向をレンダリング
 - ライティングは直接光とスカイマップのみ
 - キューブマップに保存
2. ディープラーニングで間接光を含めたライティング結果を推定
3. キューブマップをSH(球面調和関数)で近似
4. 全ライトプローブのSH係数をシーンにセット



複数回の撮影が不要になり、バイク時間が短縮される

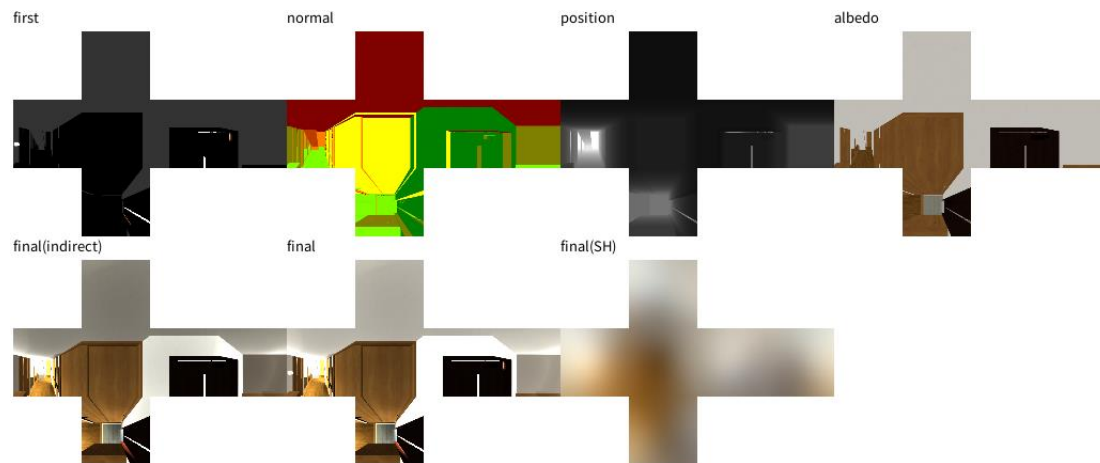
- ディープラーニングの基礎知識
- 住宅プレゼンテーションシステム
- **ニューラルネットワークの学習**
 - 学習データの収集方法
 - ニューラルネットワークの構築
 - 住宅プレゼンテーションシステムへの組み込み
- 結果
- まとめ

学習データの収集方法

- 建物データの準備
 - 学習用 100件
 - テスト用 10件
- 日時
 - 太陽方向が変化
 - 100パターン
 - 背景スカイマップも変化
 - 昼/夕方/夜
 - 単色
 - プロープの位置も変動



- 入力データ
 - 初回（直接光のみ）のレンダリング結果
 - R11G11B10
 - 法線
 - R16G16
 - 深度
 - R32
 - アルベド（ベースカラー）
 - R8G8B8
- 教師データ
 - 3回目（間接光含む）のレンダリング結果
 - R11G11B10



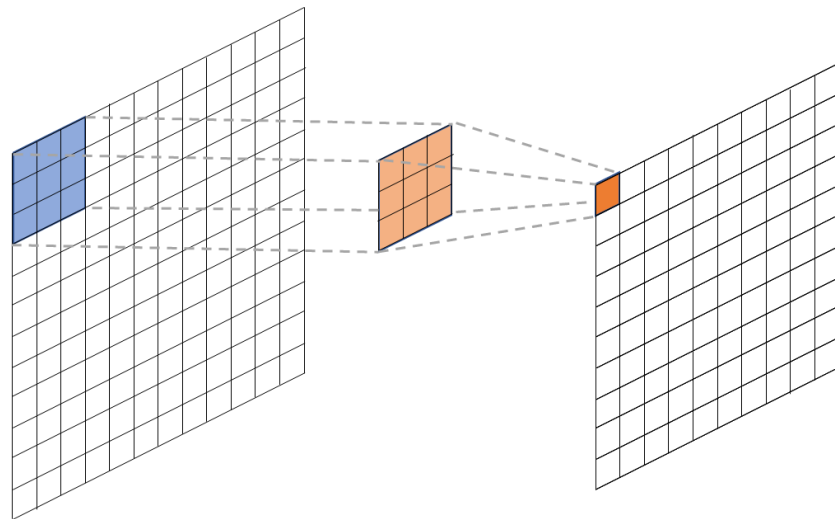
- 学習用
 - 建物100件 x 50~250プローブ/件 x 100パターン
 - Total : 1,371,710
 - Training : 1,369,710
 - Validation : 2,000
- テスト用
 - 建物10件 x 100~250プローブ/件 x 100パターン
 - 206,877

|ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)
 - 畳み込みカーネル
 - 活性化関数
 - プーリング層

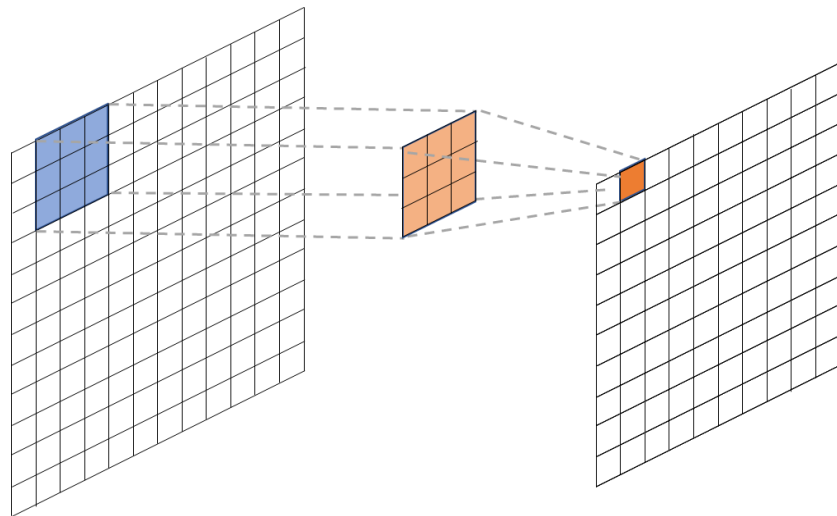
ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)
 - 畳み込みカーネル
 - 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する



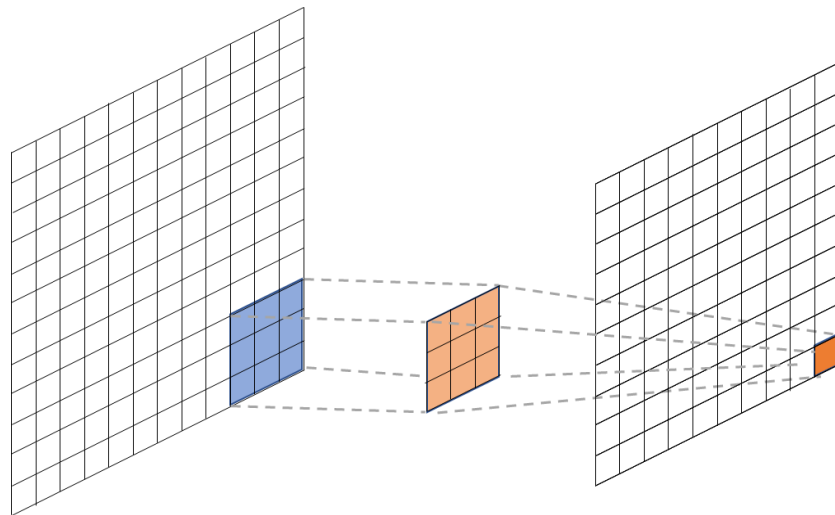
ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)
 - 畳み込みカーネル
 - 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する



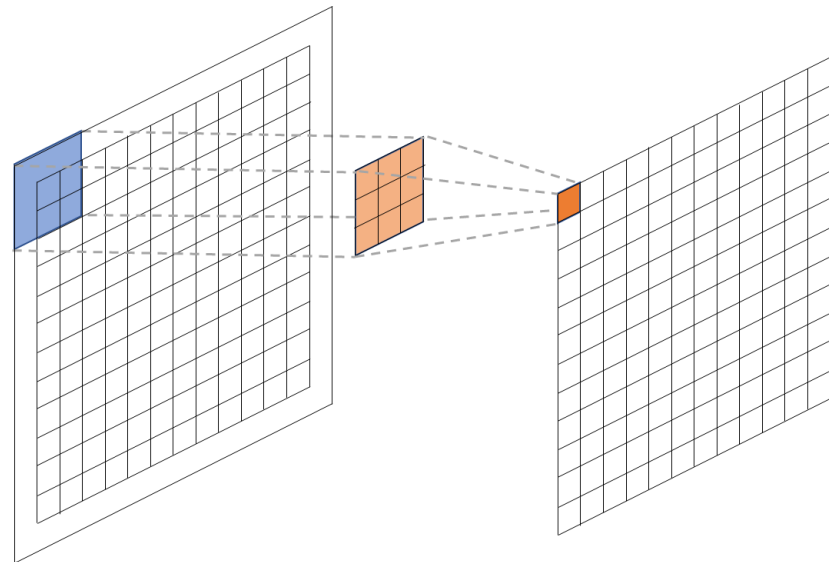
ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)
 - 畳み込みカーネル
 - 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する



ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)
 - 畳み込みカーネル
 - 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する
 - 入力画像に余白(0)を追加して、画像サイズが変わらないようにすることもある

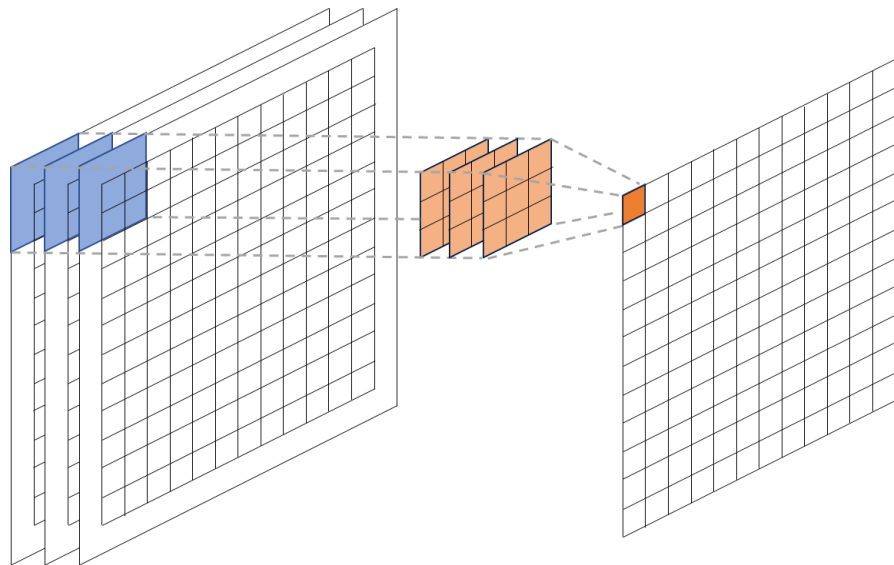


ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する
- 入力画像に余白(0)を追加して、画像サイズが変わらないようにすることもある
- 入力が複数チャンネルの場合、フィルタが3次元になる

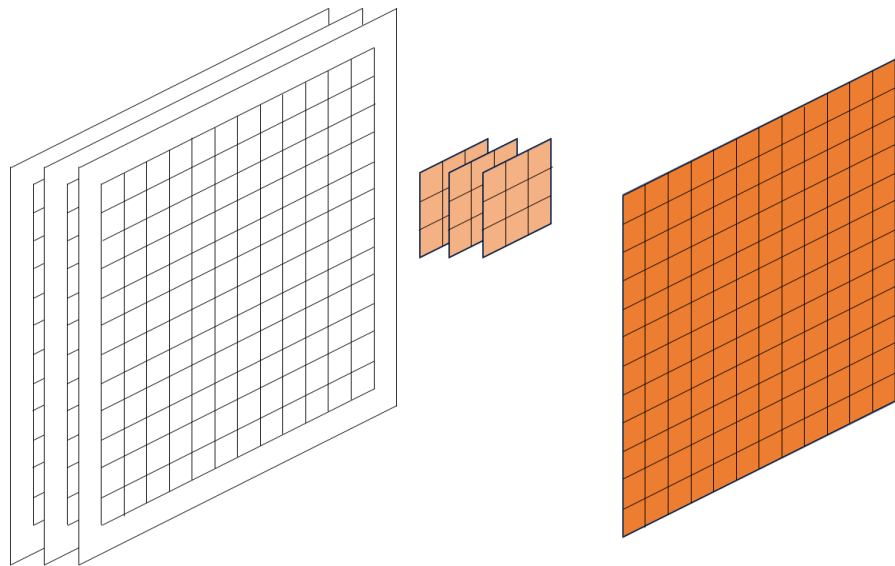


ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する
- 入力画像に余白(0)を追加して、画像サイズが変わらないようにすることもある
- 入力が複数チャンネルの場合、フィルタが3次元になる

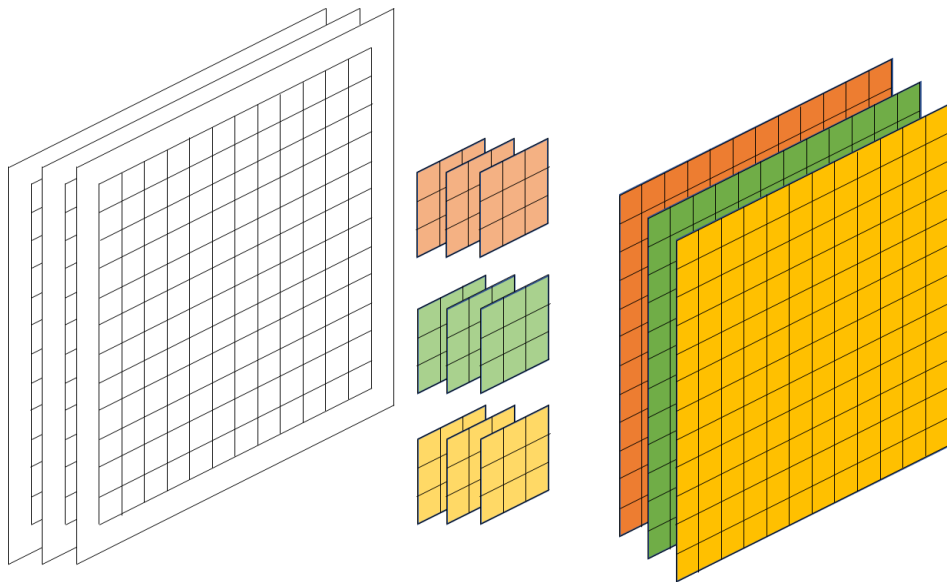


ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 入力画像の周囲のピクセルに畳み込みフィルタを掛けて合計する
- 入力画像に余白(0)を追加して、画像サイズが変わらないようにすることもある
- 入力が複数チャンネルの場合、フィルタが3次元になる
- フィルタを複数にすれば、出力が複数チャンネルになる



ニューラルネットワークの基本構造

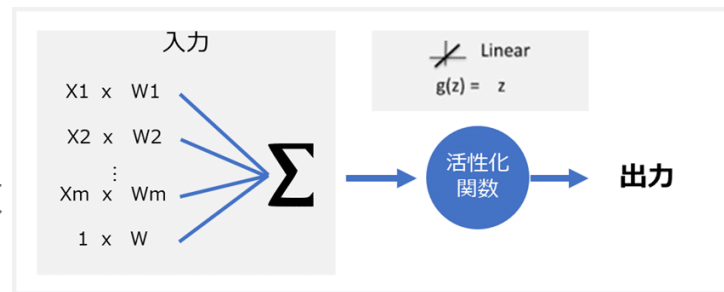
- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 活性化関数

- 畳み込み後の値に適用する非線形のスカラー関数

- 非線形であることで、複雑な振る舞いを学習できる



ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 活性化関数

- 畳み込み後の値に適用する非線形のスカラー関数

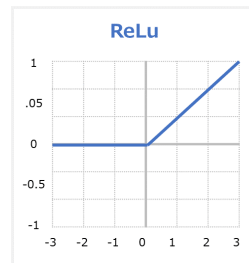
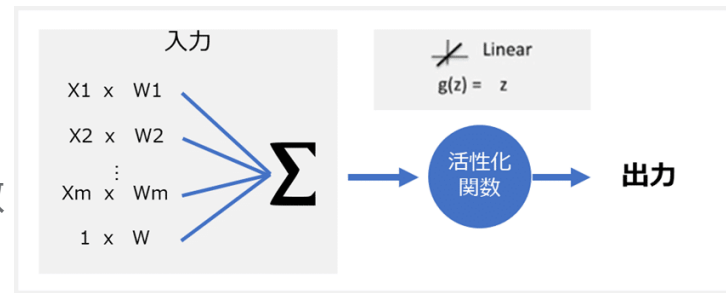
- 非線形であることで、複雑な振る舞いを学習できる

- ReLU (Rectified Linear Unit)

- 0以上ならそのまま

- 負の数なら0にする

- 負の数のとき、入力が完全に無視され、勾配が0



ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 活性化関数

- 畳み込み後の値に適用する非線形のスカラー関数

- 非線形であることで、複雑な振る舞いを学習できる

- ReLU (Rectified Linear Unit)

- 0以上ならそのまま

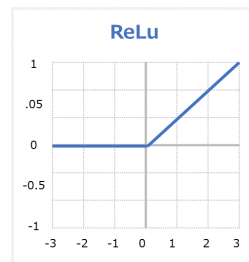
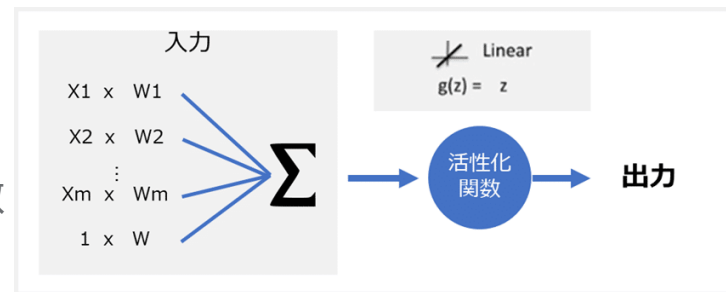
- 負の数なら0にする

- 負の数のとき、入力が完全に無視され、勾配が0



勾配消失問題

出力の評価をより高くするために
内部パラメータをどっちに動かせばいいかわからない



ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 活性化関数

- 畳み込み後の値に適用する非線形のスカラー関数

- 非線形であることで、複雑な振る舞いを学習できる

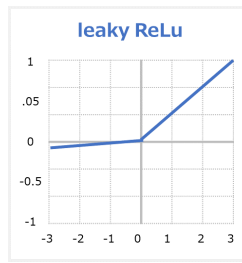
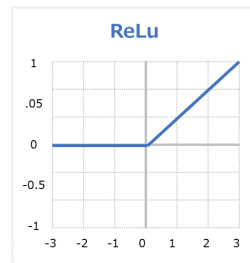
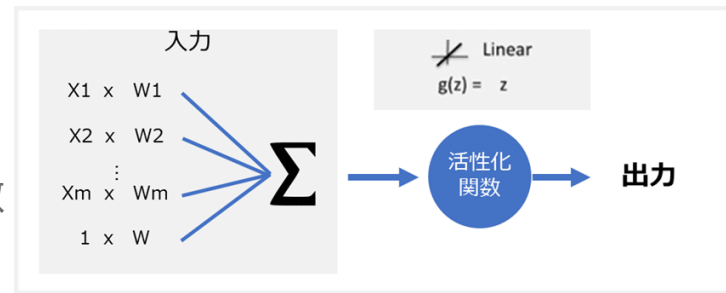
- ReLU (Rectified Linear Unit)

- Leaky ReLU

- 0以上ならそのまま

- 負の数なら α をかける

- 負の数でも入力が反映され、勾配がある



ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

- 畳み込みカーネル

- 活性化関数

- 畳み込み後の値に適用する非線形のスカラー関数

- 非線形であることで、複雑な振る舞いを学習できる

- ReLU (Rectified Linear Unit)

- Leaky ReLU

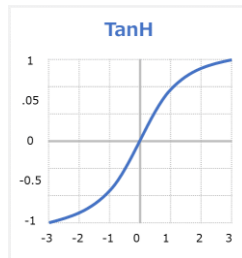
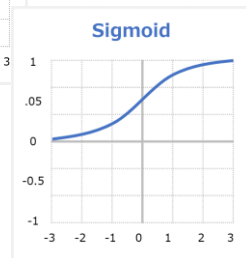
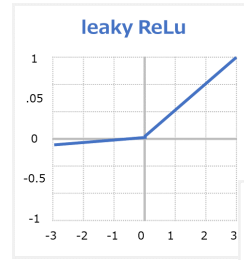
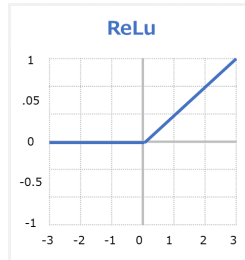
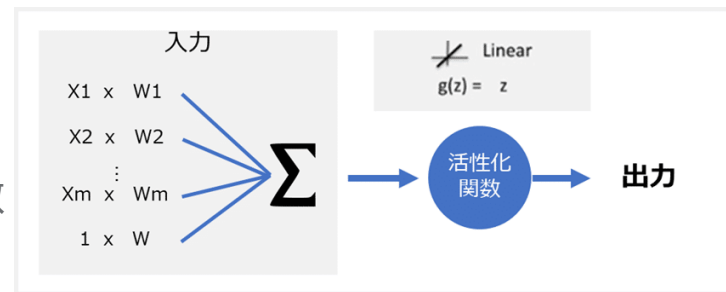
- Sigmoid / tanh

- 0~1または-1~+1に正規化される

- 変化が滑らか

- 絶対値が大きいときに勾配がほぼ0なので勾配消失問題が起こる

- 収束が遅い

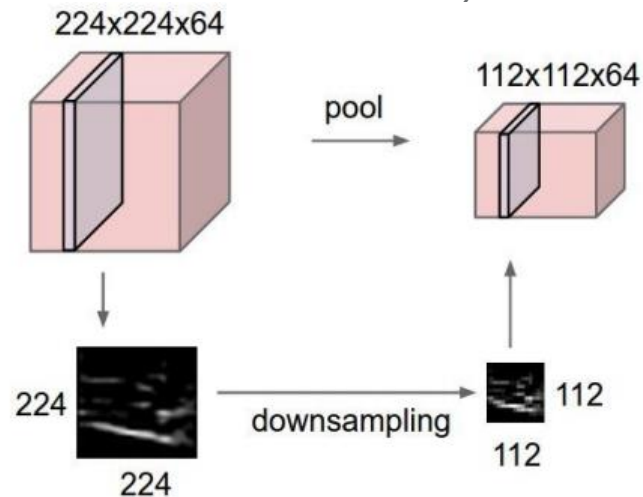


<https://data-analysis-stats.jp/>

ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

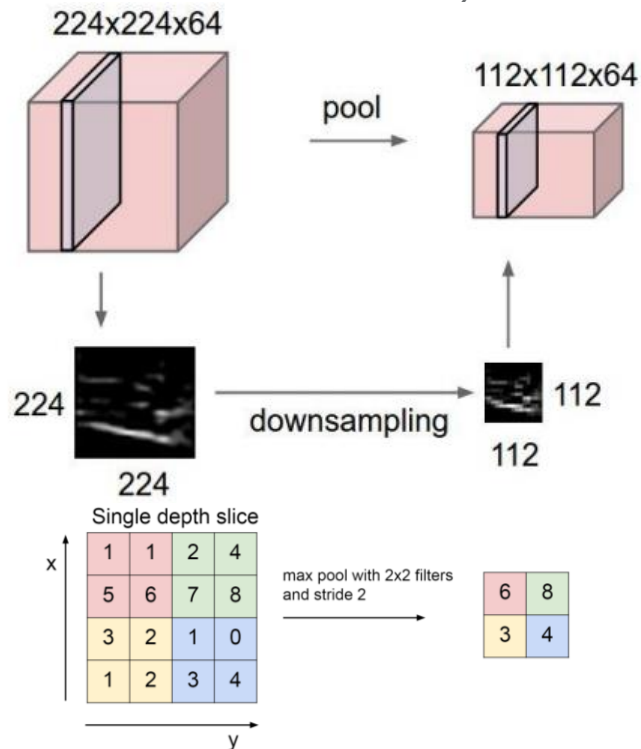
- 畳み込みカーネル
- 活性化関数
- プーリング層
 - 画像を縮小する操作



ニューラルネットワークの基本構造

- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)

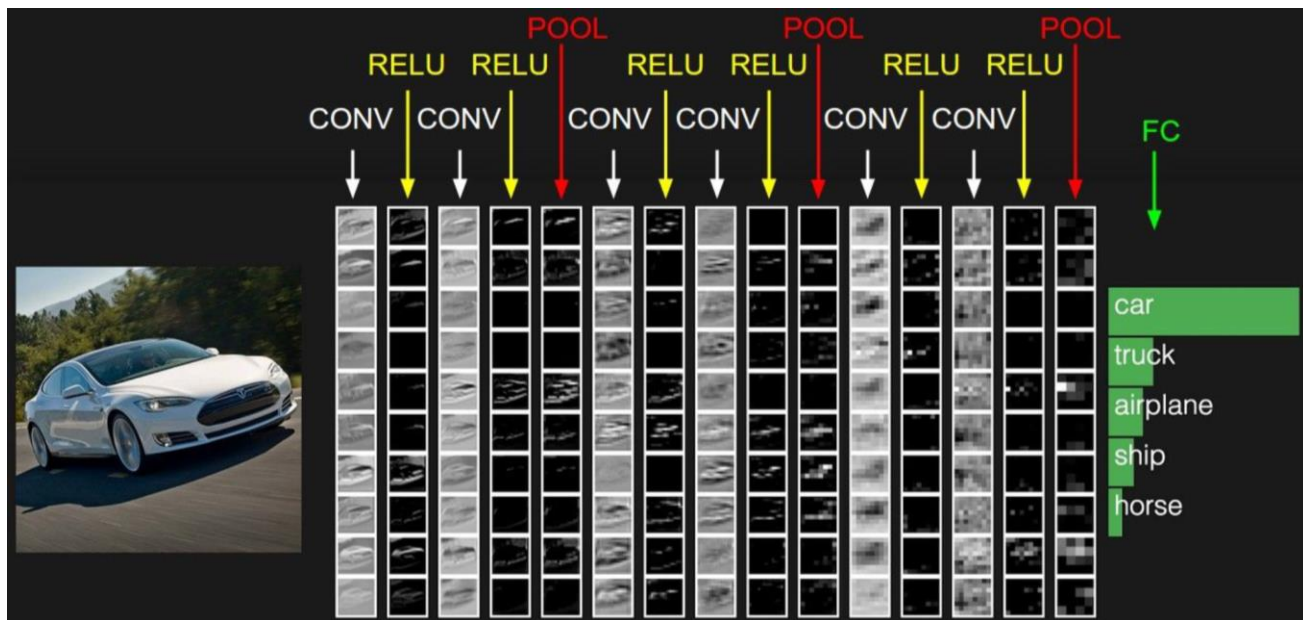
- 畳み込みカーネル
- 活性化関数
- プーリング層
 - 画像を縮小する操作
 - Max pooling
 - 範囲内の最大値を用いる
 - Average pooling
 - 範囲内の平均値を用いる



https://github.com/tuanavu/Stanford-CS231/blob/master/lectures/winter1516_lecture7.pdf

ニューラルネットワークの基本構造

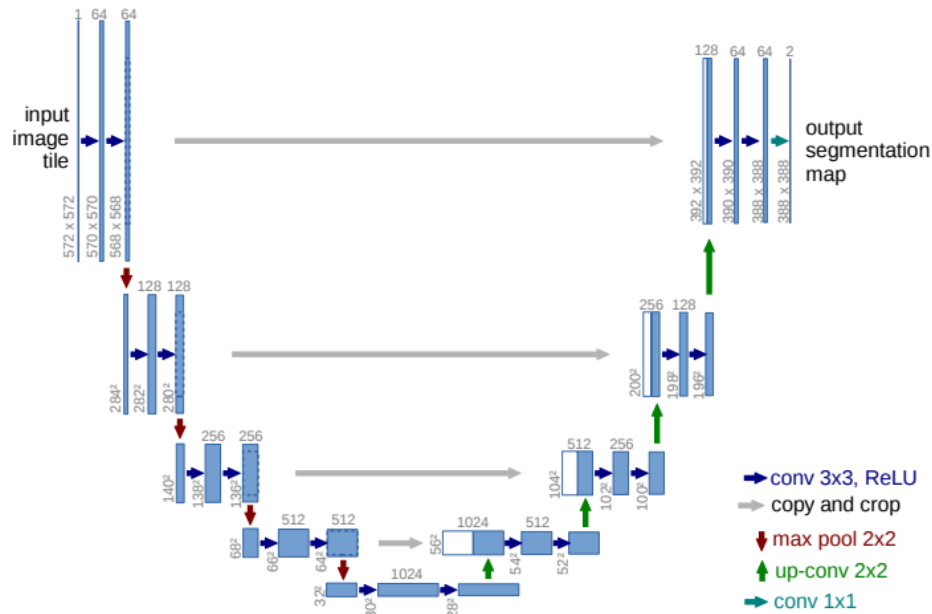
- 畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network)
 - 畳み込みカーネル
 - 活性化関数
 - プーリング層



https://github.com/tuanavu/Stanford-CS231/blob/master/lectures/winter1516_lecture7.pdf

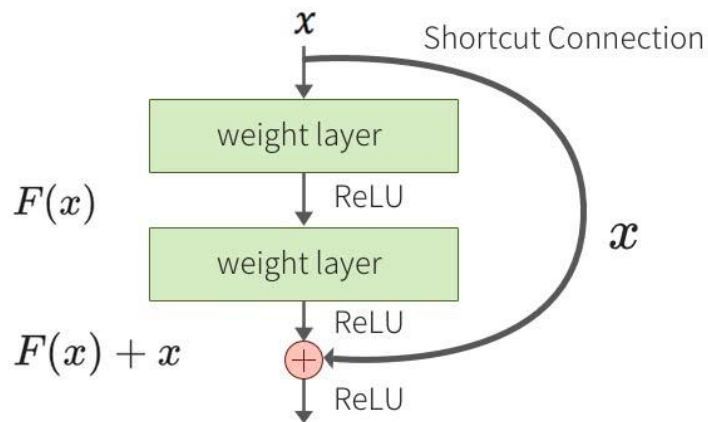
ニューラルネットワークの構築

- 基本構造はU-Net^[1]
 - 段階的に画像を縮小して情報を抽出
 - 再度拡大して出力画像を生成
 - スキップコネクションあり
 - 縮小前のデータを参照
 - 縮小によって失われた細部の情報を補うことができる



[1] Ronneberger et al., "U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation", 2015

- 残差学習^[1]を採用
 - 各層の出力に入力を足す
 - 出力と入力の差（残差）を学習対象とする
 - 深いネットワークで精度が劣化することを防ぐことができる

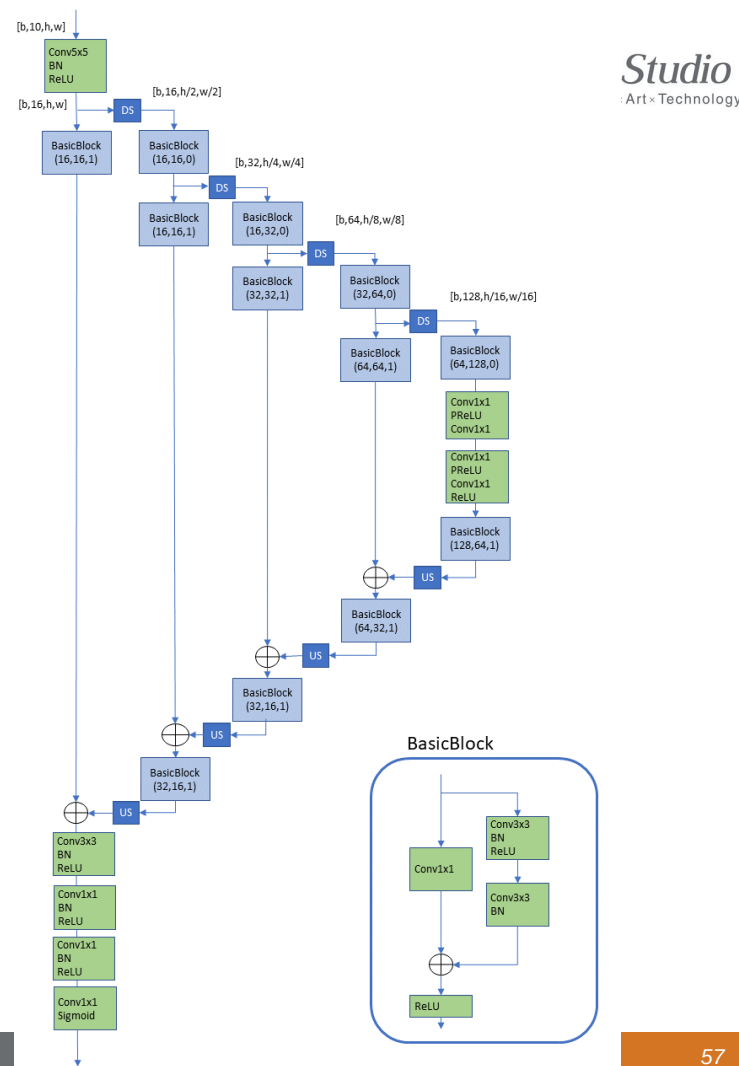


[1] He et al., "Deep Residual Learning for Image Recognition", 2015

ニューラルネットワークの構築

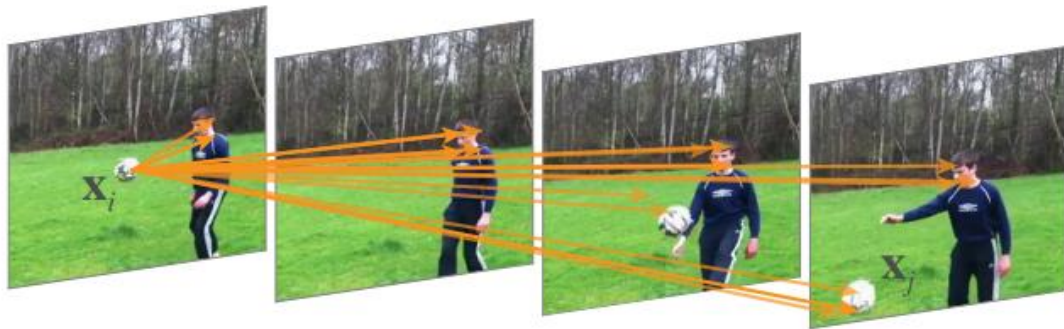
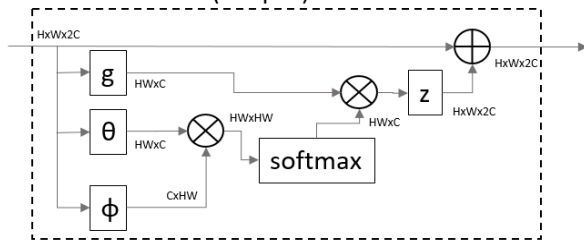
- Hourglass Model
 - 残差学習ありのU-Net
 - Deep Single Image Portrait Relighting^[1]を参考にした

[1] Zhou et al., "Deep Single Image Portrait Relighting", 2019



- Non-Local Block^[1]
 - 画像中のある場所と別の場所の関係性を、全ピクセルの組み合わせで計算するブロック
 - GIにおける光の伝搬は、隣接しているピクセル間よりも、距離が離れていても法線が向かいあっていてその間に遮蔽物のないピクセル間で相互に影響しあっている
 - この関係性を推定するには、隣接ピクセルの畳み込みを重ねていくより、Non-Local Blockが適切であろうと考えた

Non-Local Block (1 input)

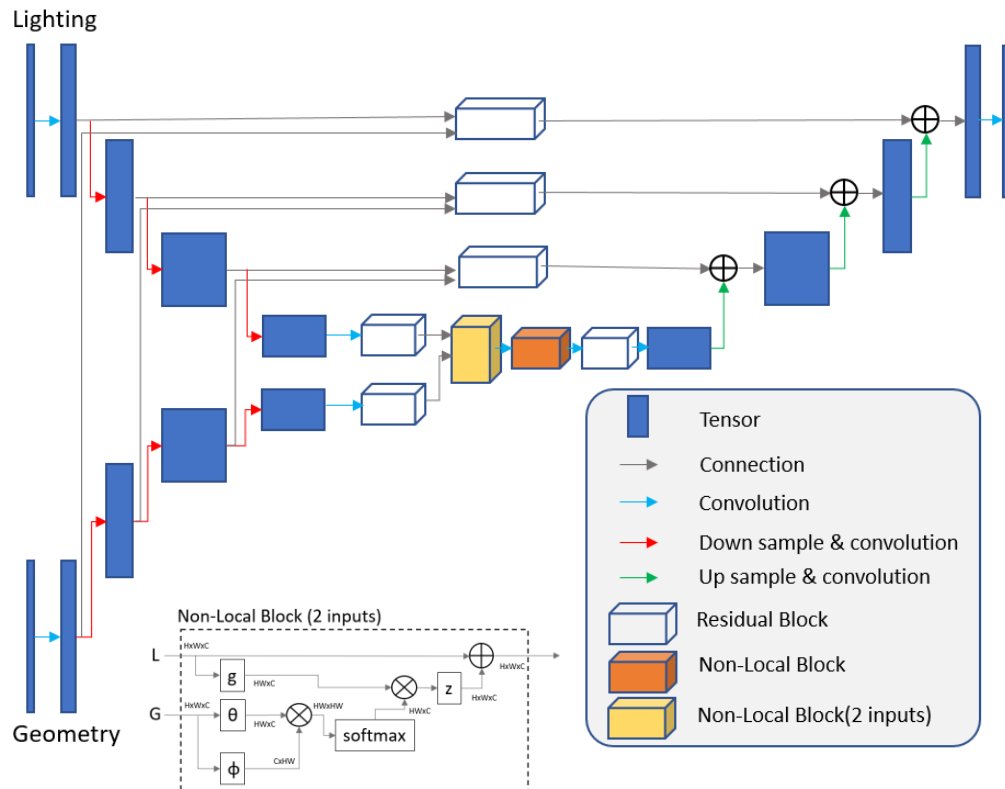


[1] Wang et al., "Non-local Neural Networks", 2017

ニューラルネットワークの構築

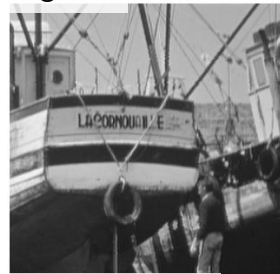
- L-G Net

- Hourglass Modelの最下層（画像サイズが最も小さい層）にNon-Local Blockを導入
- GIにおける2点間の関係性は、表面の法線・位置というジオメトリ情報によって決まり、それに直接光と反射率が適用されて実際の輝度となる
- 入力をLighting (first, albedo) と Geometry (normal, position)に分け、別々に処理してNon-Local Blockで統合するアーキテクチャを考案



- 学習環境
 - フレームワーク: Pytorch
 - OS: Linux
 - GPU: Nvidia Titan RTX
 - メモリ: 16GB
- 損失関数（出力と教師データの差の評価方法）
 - SSIM (Structural Similarity Index Measure^[1])
 - MSE (平均二乗誤差)
- 最適化手法
 - Adadelata^[2]
- バッチサイズ
 - 16

Original



MSE = 210

SSIM = 0.9168



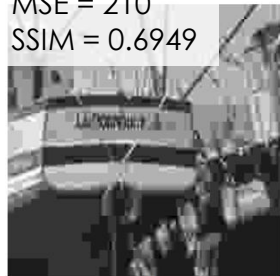
MSE = 210

SSIM = 0.9900



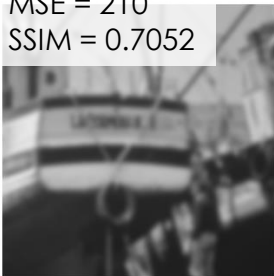
MSE = 210

SSIM = 0.6949



MSE = 210

SSIM = 0.7052



MSE = 210

SSIM = 0.748



(d)

(e)

(f)

[1] Wang et al., "Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity", 2004

[2] Zeiler, "ADADELTA: An Adaptive Learning Rate Method", 2012

- ニューラルネットワークの推論
 - Libtorch(CUDA版)を使用
 - Pytorchで学習したモデルをjit.traceしてファイルに出力
 - libtorchをインクルードした住宅プレゼンテーションシステムでモデルファイルをロード
 - バイク時
 1. キューブマップを入力テンソルに変換
 2. モデルから出力テンソルを得る
 3. 出力テンソルをキューブマップ化
 4. SH係数を算出

- バイク時間の比較

CPU	Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1225 v6 @ 3.30GHz 3.31GHz
GPU	NVIDIA Quadro P2000 5GB
メモリ	16GB

	シーン1	シーン2	シーン3	シーン4
ライトプローブ[個]	132	110	235	473
リフレクションプローブ[個]	44	44	91	167
従来ベイク(3回)[秒]	35.0	89.0	147.0	441.0
推定ベイク (CUDA) [秒]	17.0	41.0	52.0	195.0
時間比率(推定/従来)	49%	46%	35%	44%

|住宅プレゼンテーションシステムへの組み込み

- バイク時間の比較

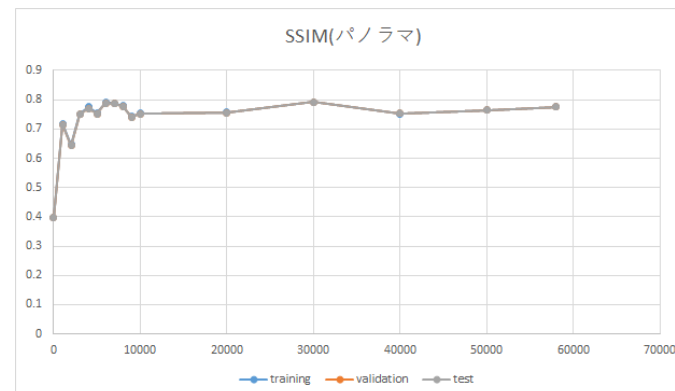
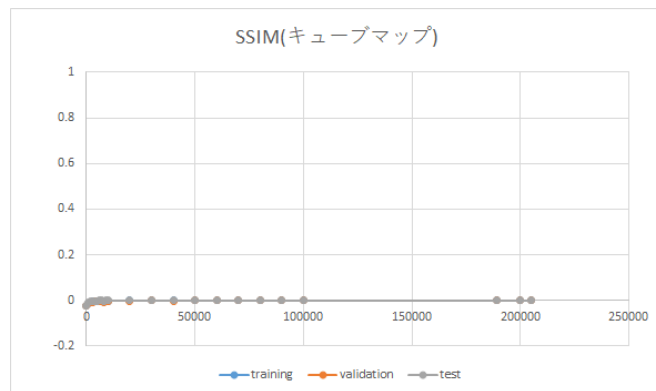
CPU	Intel(R) Xeon(R) W-2123 CPU @ 3.60GHz 3.60 GHz
GPU	GeForce GTX1070 8GB
メモリ	32GB

	シーン5	シーン2	シーン3	シーン4
ライトプローブ[個]	100	110	235	473
リフレクションプローブ[個]	30	44	91	167
従来ベイク(3回)[秒]	49.8	60.0	285.0	459.0
推定ベイク (CUDA) [秒]	25.7	23.0	73.0	210.0
時間比率(推定/従来)	52%	38%	26%	46%

- ディープラーニングの基礎知識
- 住宅プレゼンテーションシステム
- ニューラルネットワークの学習
- **結果**
 - 様々な入出力方式の比較
 - 様々なモデルの比較
 - 従来のベイクとの比較
- まとめ

様々な入出力方式の比較

- キューブマップ
 - A) 6倍のチャンネル数の2D画像
 - B) 横軸経度と縦軸緯度のパノラマ展開した2D画像
- 比較結果
 - (B)パノラマの方が良かった



- 正規化

- ライティング結果はHDR（単位cd/m², 100～100,000）

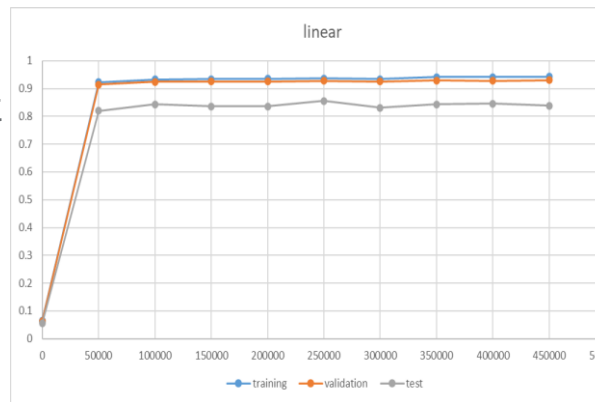
- A) 線形（固定値10,000で割る）

- B) 対数（ μ -law transformation^[1]）

$$\mathcal{T}(I) = \text{sign}(I) \frac{\log(1 + \text{abs}(I)\mu)}{\log(1 + \mu)}$$

- 結果比較

- (A)線形の方が良かった



[1] Kalantari and Ramamoorthi, "Deep High Dynamic Range Imaging of Dynamic Scenes", 2017

様々な入出力方式の比較

- Position

- 学習データはリニアな深度値のみ収集したが、キューブマップ撮影時の画角・方向などのカメラパラメータは固定なので3D座標に変換することも可能

A) 深度(1ch)

B) ローカル座標(3ch)

- 結果比較

- (B)ローカル座標の方が良かった



- Color

- GIにおいてR,G,Bのカラーはそれぞれ独立しているので、1チャンネルごとに推定する方法も考えられる

A) 1chごと

B) 3chまとめて

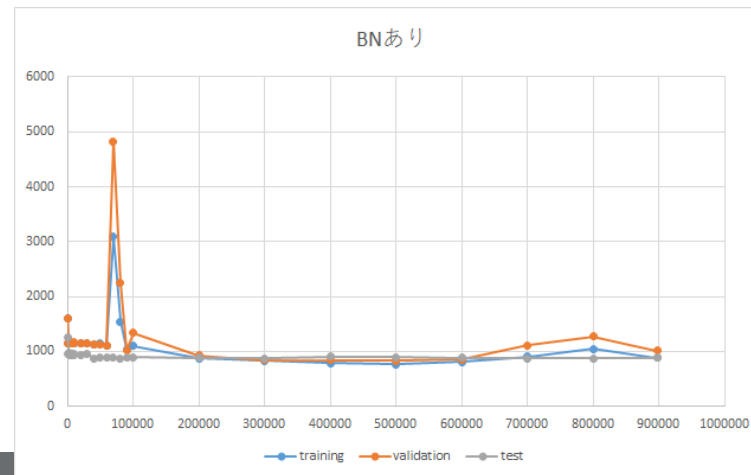
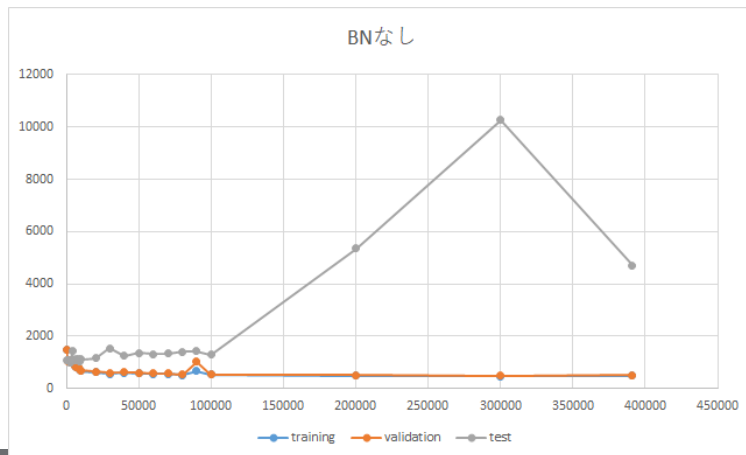
- 結果比較

- (B)3chの方が良かった。(A)だと不自然な色が生じてしまう。



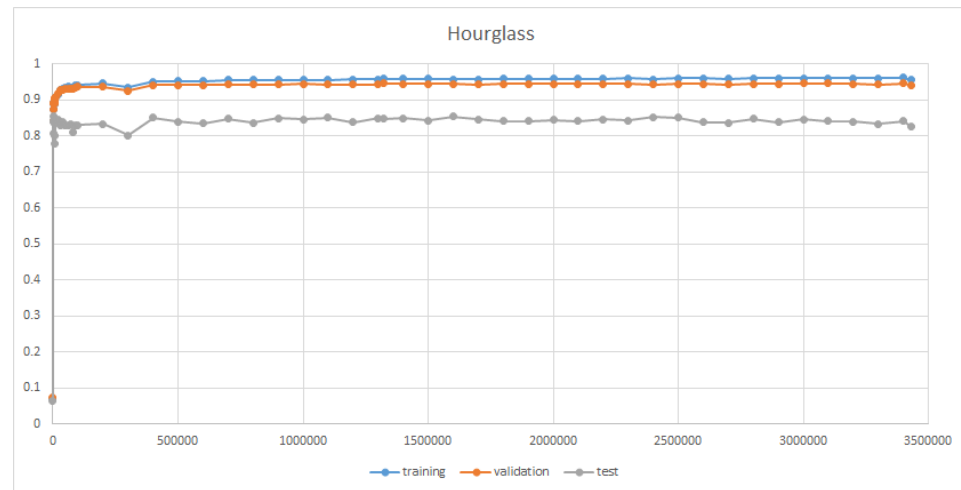
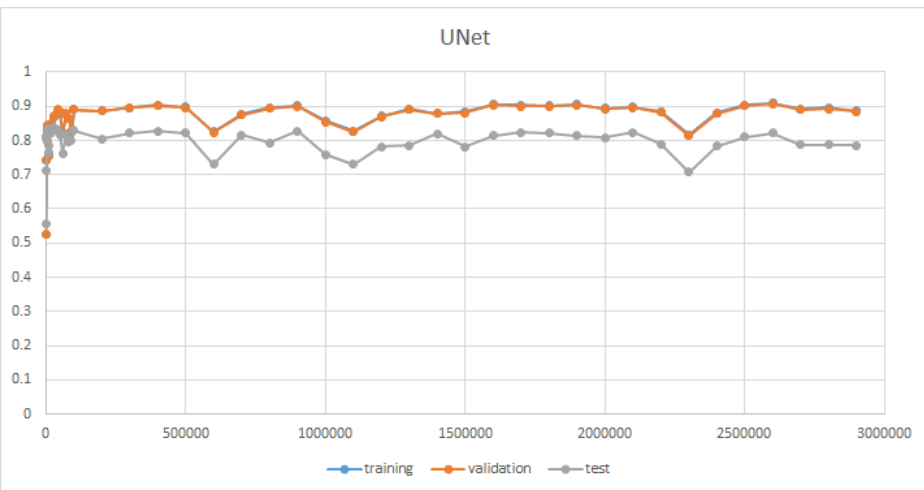
様々なモデルの比較

- Batch normalization
 - バッチごとの正規化
- Drop out
 - 過学習を防ぐため、ランダムに接続を一時的に切る
- 結果比較



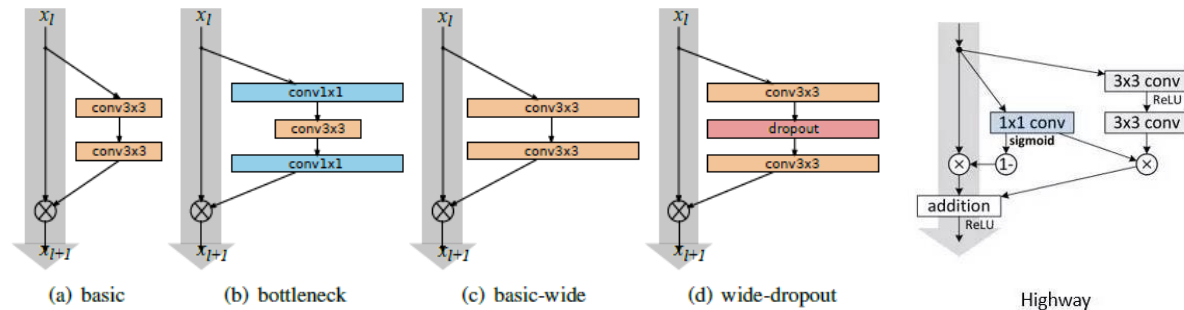
様々なモデルの比較

- ・ 残差学習
 - なし (U-Net)
 - あり (Hourglass)
- ・ 結果比較
 - SSIMが0.8程度から0.85程度に上昇
 - 学習が安定ようになった



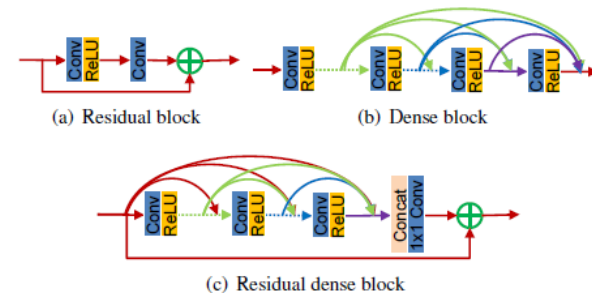
- 残差ブロックのバリエーション

- Bottleneck^[1]
- Basic-wide^[2]
- Wide-dropout^[2]
- Highway network^[3]
- Dense network^[4]



- 結果比較

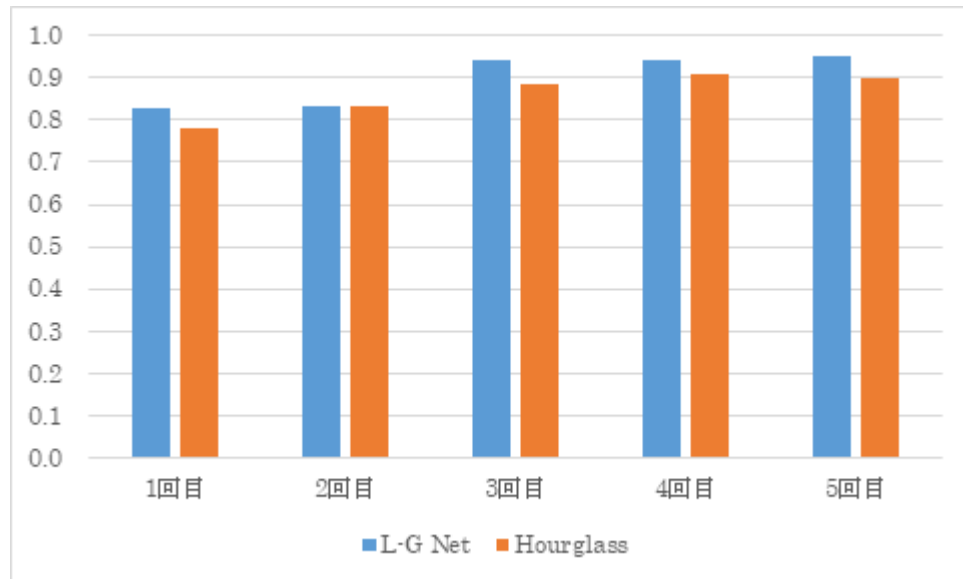
- あまり変わらなかった



- [1] He et al., "Deep Residual Learning for Image Recognition", 2015
- [2] Zagoruyko and Komodakis, "Wide Residual Networks", 2017
- [3] Srivastava et al., "Training Very Deep Networks", 2015
- [4] Huang et al., "Densely Connected Convolutional Networks", 2018

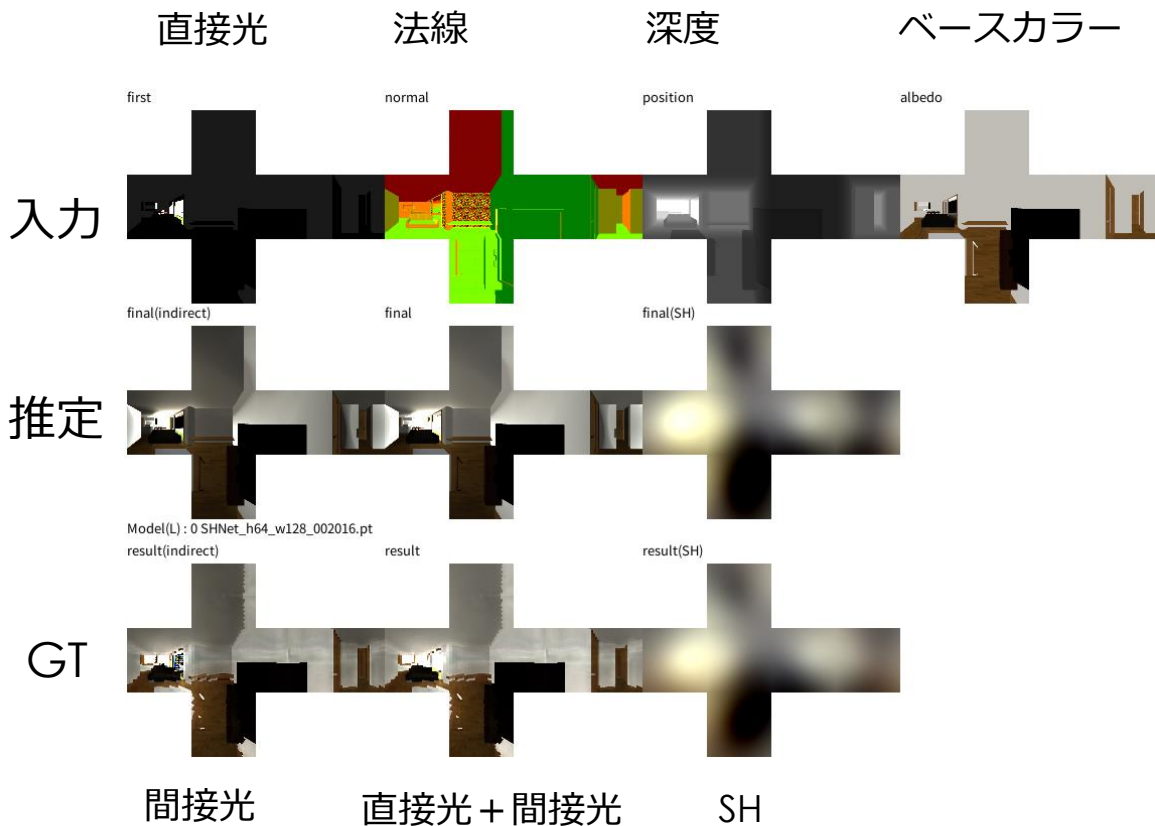
様々なモデルの比較

- Non-Local block
 - なし(Hourglass)
 - あり(L-G Net)
- 結果比較
 - SSIM 0.9から0.95近くに上昇
 - 1回目から5回目は学習データを増やして再学習したもの



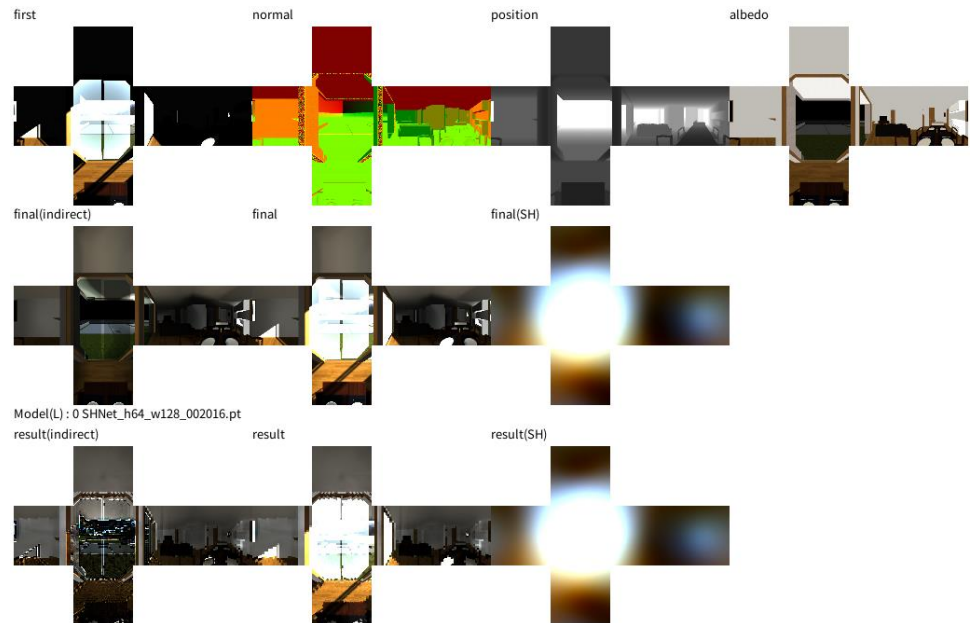
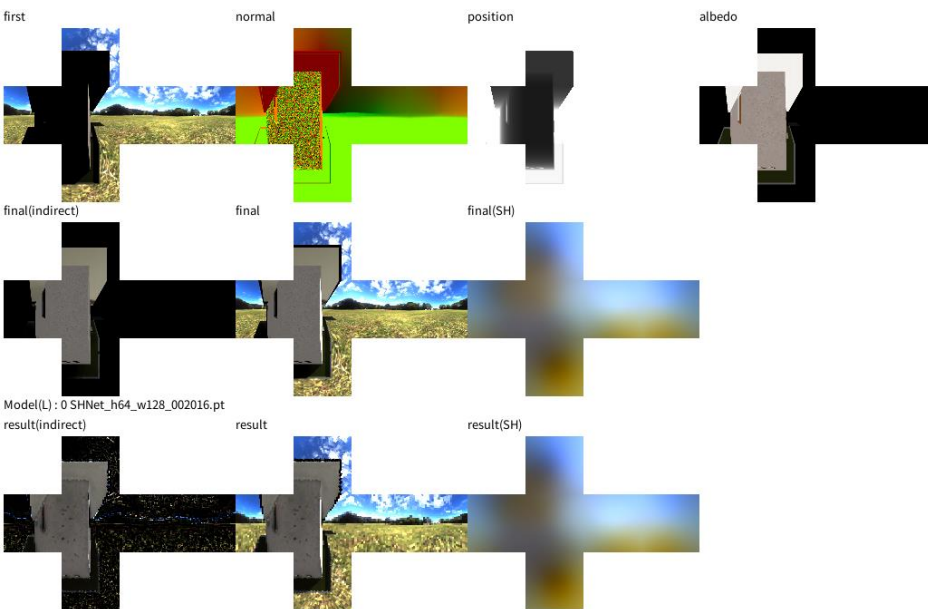
従来のベイクとの比較

- 推定した結果と従来ベイクの結果をキューブマップで比較すると異なる
- 実際には、SH係数がレンダリングに用いられる
- SHを展開するとあまり差が目立たない



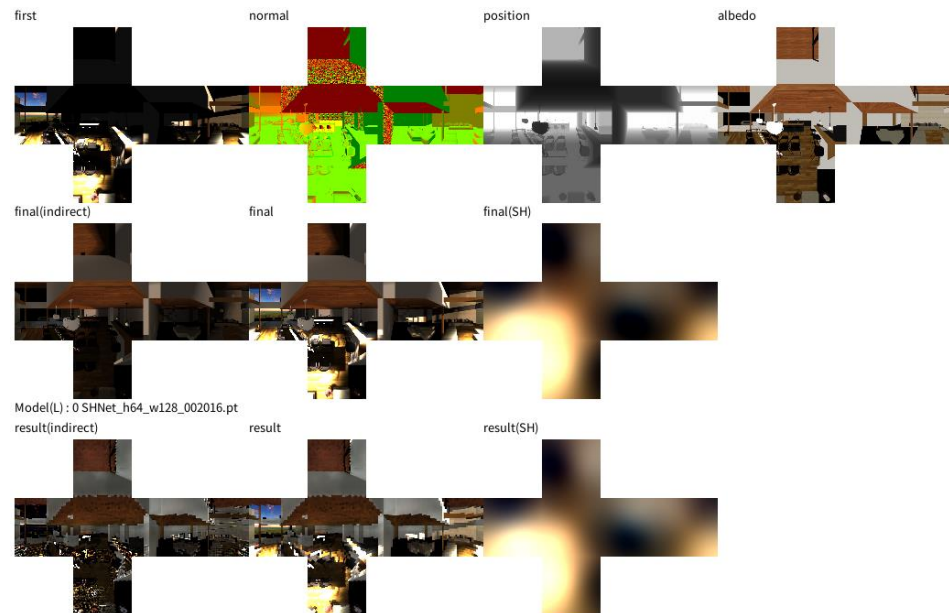
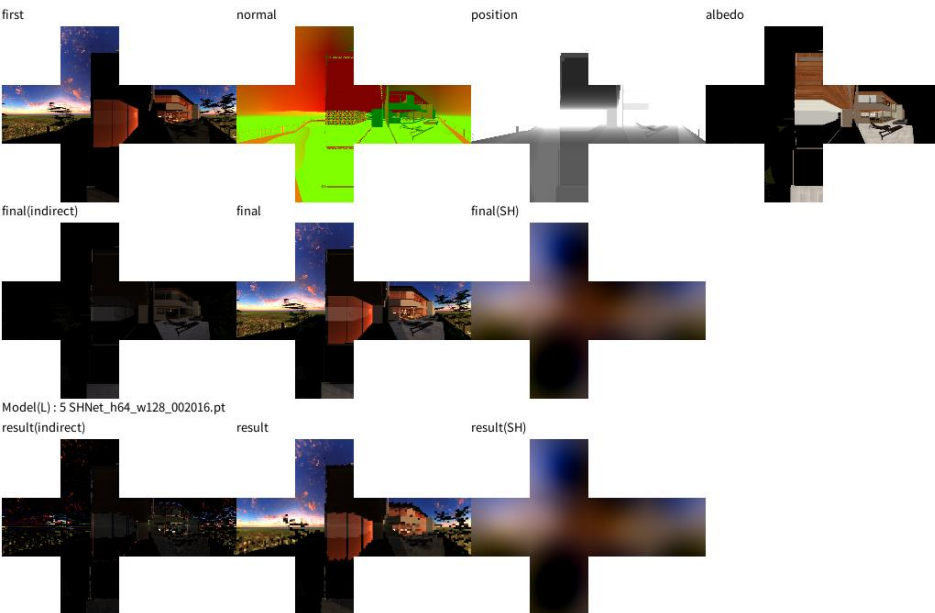
従来のベイクとの比較

・ キューブマップでの比較



従来のベイクとの比較

・ キューブマップでの比較



従来のベイクとの比較

- 従来バイク



- 推定ベイク



OpenGL: 03011
Rendering Size : 1942 x 782
Total Node Count : 1297
(DrawCommandStats)
 Draw Vertex Count : 2985811
 Draw Triangle Count : 861675
 Draw Call Count: 2425
 Display Count: 5
FPS: 37.5 Avg: 40.0 (Max: 122.3 (Min: 9.1))
Light : 3
EnvProbe : 40(2:42:41)
LightProbe : 132(0:132:132)
AutoExp: 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetWILL: 10000.000000
SkyTargetSaturation: 0.400000
WindRay : 0.239596 Expo : 11.976828 CamExpVal : 0.000248
ProceduralTransparent mesh : 0
WDR_Probe Num : 1 - 1
vi 10000.00 exp 0.40 les 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00
eml 7086.70 of 25000.00 ext 1.41
camViewInfo() (near 5.00 / far:21108.71
SystemJitteringCount : -1
UseInference: false
BakeMode: BF
DeepBake via: CPU



OpenGL: 03011
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 1297
(DrawCommandStats)
 Draw Vertex Count : 2585905
 Draw Triangle Count : 881679
 Draw Call Count : 2435
 DrawBatch Count : 5
FPS : 57.30 (Ave: 40.5 (Max: 132.3 Min: 6.1))
Light : 3
EnvProbe : 3412(42:41)
LightProbe : 132(0-132:132)
AutoExpn : 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetBLL : 10000.000000
SkyTargetBakRatio : 0.400000
MidBakr : 0.130000 Expn : 11.976828 CamExpVal : 0.000248
Resolving Transparency num : 0
VRMLProbe Num : 1 / 1
vi 10000.00 aw 0.40 res 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00
and 1000.00 of 10000.00 aw 1.41
camViewHeld(near:5.00 / far:21198.71)
SystemAttachingCount : 1
UseInference : true
BakeMode : 360
DeepBake via : EPU



従来のベイクとの比較

- 従来バイク



- 推定ベイク



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1344 x 768
Total Node Count : 1297
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 2325987
 Draw Triangle Count : 775227
 Draw Call Count: 2163
 Dispatch Count: 5
FPS : 79.1(Ave: 40.6 ,Max: 122.3 ,Min: 0.1)
Light : 3
EnvProbe : 44(2:42:43)
LightProbe : 132(0:132:132)
AutoExpo : 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.230000 Expo : 11.975828 CamExpVal : 0.000248
ProximityTransparent num : 0
VRIBLProve Num : 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.46 res 0.30 atm 0.40 rts 1.00 sbs 1.00,
emi 7088.78 vi 10000.00 avi 1.41
camViewinfo[0] near:5.00 / far:21662.57
SystemJitteringCount : 1
UseInference: false
BakeMode: 両方
DeepBake via: CPU



GfxAPI: D3D11
Rendering Size: 1344 x 768
Total Node Count: 1297
(DrawCommandStats)
 Draw Vertex Count: 2329682
 Draw Triangle Count: 176235
 Draw Call Count: 2163
 Dispatch Count: 5
FPS: 36.7 (Ave: 40.6, Max: 121.3, Min: 0.1)
Light: 3
EnvProbe: 44(0:42:41)
LightProbe: 132(0:132:132)
AutoExpo: 1(stack) 0(phi) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL: 10000.000000
SkyTargetSaturation: 0.400000
MidGray: 0.230000 Expo: 11.976928 CamExpVal: 0.000248
ProximityTransparent node: 0
VRIBLProve Num: 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.46 ies 0.38 itm 0.40 fts 1.00 sbs 1.00,
emi 7088.78 vi 10000.00 avt 5.41
camViewInfo[0] near 5.00 / far 21662.57
SystemJitteringCount: 1
UseInference: true
BakeMode: 両方
DeepBake via: CPU



CUDA: 0.001
Rendering Size : 1282 x 792
Total Node Count : 1291
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 1289453
 Draw Triangle Count : 636489
 Draw Call Count : 1632
 Dispatch Count : 5
 FPS : 18.0 (Ave: 41.3, Max: 122.3, Min: 0.1)
 Light : 0
 EnvProbe : 443-42-42
 LightProbe : 1520-112-112
 AutoExpo : 10Start Alpha: 0.000000
 SkyTargetVal : 10000.000000
 SkyTargetSaturation : 0.490000
 MidGray : 0.250000 Expo : 1.1776828 CompOpVal : 0.000248
 ProximityTransparent : 0
 VRMLProbe Mode : 1 - 1
 w: 10000.00 res: 0.40 res: 0.30 tex: 0.40 r0: 1.00 obj: 1.00
 opt: 7080.75 vs: 10280.00 avl: 1.41
 camViewInfo() near: 0.00 / far: 22075.40
 SystemCullingCount : 1
 UseOcclusion: false
 BakeMode: All
 Ocup@ake via: CPU



GPU#: D1011
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 1287
(DrawCommandStart)
 Draw Vertex Count : 1909447
 Draw Triangle Count : 616487
 Draw Call Count : 1631
 Dispatch Count : 3
FPS : 40.1(Avg: 42.2 ,Max: 122.3 ,Min: 0.1)
Light : 2
EyeProbe : (442,42,41)
LightProbe : (12310,133,133)
AutoExpo : 1(track) 0(sfr) 40(wa)0(h)
SkyTargetA : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.230000 Expo : -11.976828 CamApVal : 0.000248
ProximityTransparent num : 0
VRMS.Probe Num : 1 - 1
v1 10000.00 w0 0.40 h0 0.30 s0 0.40 r0 1.00 sbs 1.00
w0 1000.79 v1 10000.00 w1 1.40
camViewInfo(0) near:5.00 / far:12875.40
System.UpdateCount : 1
UseReference: true
BakeMode: 南方
DeepBake via: CPU



従来のバイクとの比較

- 従来バイク



- 推定バイク



OSWin: 00011
Rendering Size: 1240 x 792
Total Node Count: 2636
(DrawCommandStats)
Draw Index Count: 22894745
Draw Triangle Count: 7364819
Draw Call Count: 28419
Dispatch Count: 3
FPS: 23.6 | Avg: 25.2 | Max: 33.3 | Min: 6.00
Light: - 23
EnvProbe: - 400-40-300
LightProbe: 5000-100-1000
AutoExp: 100000 Light AtakeEnt
Sky TargetRlt: - 10000 100000
Sky TargetSaturation: 0.400000
MidGray: 0.300000 Expo: -1.707314 CamExpVal: 0.000281
ProximityTransparent num: 0
VRBI.Prov Num: 1 - 1
vr 10000.00 eye 0.40 res 0.30 size 0.40 rls 1.00 size 1.00
eye 1000.79 of 10000.00 and 1.42
camHwz0000 near 0.00 / far 10000.50
System.Uiterrng/Count: 0
AntiAliasing: false
ScaleMode: 20.0
DebugBake via CPU



Gameplay: 0.0011
Rendering Time: 1.042 x 100
Total Node Count: 2836
(DrawCommandStats)
Draw Vertex Count: 22895180
Draw Triangle Count: 7355000
Draw Call Count: 29421
Dispatch Count: 3
FPS: 24.6 / Avg: 23.5 / Max: 33.2 / Min: 0.0
Light: 1.23
CmdProbe: 1.4312-40.99
LightProbe: 105.0-105.105
AutoExpo: 1.01261-0.0160-0.0160
SkyTargetVal: 1.0000-0.0000
SkyTargetSaturation: 0.40000
MidGray: 0.30000-Expo: 11.797114-ExpoAggrVal: 0.000000
ProximityTransparent num: 0
VRIBIProbe Num: 1-1
vr 10000.00-ew 0.40-rr 0.30-ssm 0.40-rs 1.00-sha 1.00
end 1000.70-vr 10000.00-ew 1.41
camNewWorld() near:5.00 / far:23002.50
System orderingCount: 30
GfxReference: true
RenderMode: 00.0
DeepBake via CPU



従来のバイクとの比較

• 従来バイク



• 推定バイク



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 2836
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 12191023
 Draw Triangle Count : 4063679
 Draw Call Count: 6537
 Dispatch Count: 3
 FPS : 23.9 (Ave: 27.4 .Max: 40.9 .Min: 0.0)
Light : 23
EnvProbe : 42(2-40:39)
LightProbe : 105(0-105:105)
AutoExpo : 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.300000 Expo : -11.189696 CamExpVal : 0.000428
ProximityTransparent num : 0
VRIBLProve Num : 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,
eml 7088.78 vl 10000.00 avl 1.41
camViewInfo[0] near:5.00 / far:22244.89
SystemJitteringCount : 30
UseInference: false
BakeMode: 両方
DeepBake via: CPU



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 2836
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 12183493
 Draw Triangle Count : 4061169
 Draw Call Count: 6534
 Dispatch Count: 3
 FPS : 27.3(Ave: 28.1 .Max: 40.9 .Min: 0.0)
 Light : 23
 EnvProbe : 42(2-40:39)
 LightProbe : 105(0-105:105)
 AutoExpo : 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)
 SkyTargetVILL : 10000.000000
 SkyTargetSaturation : 0.400000
 MidGray : 0.300000 Expo : -11.189696 CamExpVal : 0.000428
 ProximityTransparent num : 0
 VRIBLProve Num : 1 - 1
 vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,
 eml 7088.78 vl 10000.00 avl 1.41
 camViewInfo[0] near:5.00 / far:22125.05
 SystemJitteringCount : 30
 UseInference:true
 BakeMode: 両方
 DeepBake via: CPU



- 従来バイク



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 2839
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 23141983
 Draw Triangle Count : 7713999
 Draw Call Count: 11570
 Dispatch Count: 3
 FPS : 18.8(Ave: 21.9 .Max: 40.9 .Min: 0.0)
 Light : 23
 EnvProbe : 42(2-40:39)
 LightProbe : 105(0-105:105)
 AutoExpo : 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)
 SkyTargetVILL : 10000.000000
 SkyTargetSaturation : 0.400000
 MidGray : 0.300000 Expo : -11.189696 CamExpVal : 0.000428
 ProximityTransparent num : 0
 VRIBLProve Num : 1 - 1
 vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,
 emit 1088.78 vl 10000.00 avl 1.41
 LastDrawInfo[0] rman 5.08 / len 24138.24
 SystemStartupCount : 30
 UserMemory : 5164
 BakeMode: 簡易
 DeepBake via: CPU



GfxAPI: D3D11

Rendering Size : 1342 x 792

Total Node Count : 2839

[DrawCommandStats]

Draw Vertex Count : 23141977

Draw Triangle Count : 7713997

Draw Call Count: 11570

Dispatch Count: 3

FPS : 9.6(Ave: 22.5 .Max: 40.9 .Min: 0.0)

Light : 23

EnvProbe : 42(2-40:39)

LightProbe : 105(0-105:105)

AutoExpo : 1(stack) 0(pfx) 4(bakeCnt)

SkyTargetVILL : 10000.000000

SkyTargetSaturation : 0.400000

MidGray : 0.300000 Expo : -11.189696 CamExpVal : 0.000428

ProximityTransparent num : 0

VRIBLProve Num : 1 - 1

vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,

ent 1088.78 vl 10000.00 avl 1.41

camViewInfo() near:5.00 / far:24198.24

SystemWarningCount : 30

Usainforname: 230

BakeMode: RTX

DeepBake via: CPU



従来のバイクとの比較

・ 従来バイク

・ 推定バイク



OpenGL: D3D11
Rendering Size: 1342 x 792
Total Node Count: 2839
[DrawCommandStats]
 DrawVertex Count: 10287934
 DrawTriangle Count: 3429316
 DrawCall Count: 6738
 Dispatch Count: 3
FPS: 25.0 Avg: 26.6 Max: 40.9 Min: 0.0
Light: 33
EnvProbe: 1 4x4 40.0m
LightProbe: 100.0 100.0 100.0
AutoExposure: 2.0000000000000000
SkyTargetType: 0000000000000000
SkyTargetSaturation: 0.400000
MidGray: 0.300000 Exps: -11.700000 CamFocal: 0.000000
ProximityTransparency: 0
VRIBLProbeNum: 1 1
vr: 10000.00 ees 0.40 ees 0.30 vss 0.40 fss 1.00 sbs 1.00
emr: 1000.00 vl: 10000.00 avl: 1.40
camViewWidth: near: 1.00 / far: 26032.00
SystemUnitMemoryCount: 0
UseInference: 0000
BakeMode: 0000
DeepBake: vss: CPU

GIAXP: 0.0014
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 2839
(DrawCommandStats)
Draw Vertex Count : 10287928
Draw Triangle Count : 3429314
Draw Call Count: 6738
DrawBatch Count: 3
FPS : 28.00 Avg: 27.8 ,Max: 40.9 ,Min: 0.0)
Light : 23
EnvProbe : 4212 40.00
LightProbe : 10568 100.000
AutoExpo : (0.0000) (0.0000) (0.0000)
SkyTargetV1 : 0.0000 0.0000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.000000 Expo : 11.189600 GainExpo : 0.000420
ProximityTransparent num : 0
VRIBLProbe Num : 2 : 1
vs 10000.00 ees 0.40 res 0.00 dms 0.40 ns 1.00 sb4 1.00,
emf 1000.00 vs 10000.00 avf 1.44
cam Near:100.00 / near: 2.00 / far:26032.00
SystemInfraingCount : 30
UseInfraing : true
BakeMode : 0.00
DeepBake via CPU



従来のベイクとの比較

・ 従来ベイク

・ 推定ベイク



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 797
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 1567366
 Draw Triangle Count : 522460
 Draw Call Count: 1528
 Dispatch Count: 3
 FPS : 46.1(Ave: 49.7 .Max: 124.0 .Min: 0.0)
Light : 1
EnvProbe : 40(2-38:37)
LightProbe: 108(0-108:108)
AutoExpo : 1(stack) 1(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.300000 Expo : -10.508312 CamExpVal : 0.000687
ProximityTransparent num : 0
VRIBLProve Num : 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,
eml 7088.78 vl 10000.00 avl 1.41
camViewInfo[0] near:5.00 / far:21620.09
SystemJitteringCount : -1
UseInference:false
BakeMode: 両方
DeepBake via: CPU



GfxAPI: D3D11
Rendering Size: 1342 x 792
Total Node Count: 797
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count: 1567552
 Draw Triangle Count: 522522
 Draw Call Count: 1530
 Dispatch Count: 3
 FPS: 46.4(Ave: 51.6 .Max: 124.0 .Min: 0.0)
Light : 1
EnvProbe : 40(2-38:37)
LightProbe: 108(0-108:108)
AutoExpo: 1(stack) 1(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL: 10000.000000
SkyTargetSaturation: 0.400000
MidGray: 0.300000 Expo: -10.460533 CamExpVal: 0.000710
ProximityTransparent num: 0
VRIBLProve Num: 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfi 1.00 sbs 1.00,
eml 7088.78 vl 10000.00 avl 1.41
camViewInfo[0] near:5.00 / far:21546.23
SystemJitteringCount: 30
UseInference:true
BakeMode: 兩方
DeepBake via: CPU



従来のバイクとの比較

● 従来バイク



● 推定バイク



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 797
[DrawCommandStats]
Draw Vertex Count : 1286458
Draw Triangle Count : 428824
Draw Call Count: 1275
Dispatch Count: 3
FPS : 78.3(Ave: 74.2 .Max: 148.7 .Min: 0.0)
Light : 1
EnvProbe : 40(2-38:37)
LightProbe : 108(0-108:108)
AutoExpo : 1(stack) 1(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.300000 Expo : -10.842257 CamExpVal : 0.000545
ProximityTransparent num : 0
VRIBLProve Num : 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,
eml 7088.78 vl 10000.00 avl 1.41
camViewInfo[0] near:5.00 / far:19079.94
SystemJitteringCount : 30
UseInference : false
BakeMode: 兩方
DeepBake via: CPU



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 797
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 1289584
 Draw Triangle Count : 429866
 Draw Call Count: 1287
 Dispatch Count: 3
 FPS : 74.7 (Ave: 74.0 .Max: 148.7 .Min: 0.0)
Light : 1
EnvProbe : 40(2-38:37)
LightProbe : 108(0-108:108)
AutoExpo : 1(stack) 1(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.300000 Expo : -11.031153 CamExpVal : 0.000478
ProximityTransparent num : 0
VRIBLProve Num : 1 - 1
vi 10000.00 ees 0.40 ies 0.30 stm 0.40 rfs 1.00 sbs 1.00,
eml 7088.78 vl 10000.00 avl 1.41
camViewInfo[0] near:5.00 / far:19053.05
SystemJitteringCount : -1
UseInference:true
BakeMode: 両方
DeepBake via: CPU



GLXAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 797
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 1664188
 Draw Triangle Count : 554734
 Draw Call Count: 1814
 Dispatch Count: 3
 FPS : 103.2(Ave: 80.2 ,Max: 148.7 ,Min: 0.0)
Light : 1
EnvProbe : 40(2-38:37)
LightProbe : 108(0-108:108)
AutoExpo : 1(stack) 1(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.300000 Expo : -11.707756 CamExpVal : 0.000299
ProximityTransparent num : 0
VRMLProbe Num : 1 - 1
or 0.000000 res 0.40 res 0.40 stat 0.40 res 1.00 sbs 1.00,
res 1000.78 vi 10000.00 avi 1.44
camViewInfo(0) fov: 1.00 - fov: 22.204.40
System interference count : 0
UserInterference : false
BakeMode: 両方
DeepBake via: CPU



GfxAPI: D3D11
Rendering Size : 1342 x 792
Total Node Count : 797
[DrawCommandStats]
 Draw Vertex Count : 1664182
 Draw Triangle Count : 554732
 Draw Call Count : 1814
 Dispatch Count : 3
FPS : 79.3 (Ave: 79.0 ,Max: 148.7 ,Min: 0.0)
Light : 1
EnvProbe : 40(2-38:37)
LightProbe : 108(0-108:108)
AutoExpo : 1(stack) 1(pfx) 4(bakeCnt)
SkyTargetVILL : 10000.000000
SkyTargetSaturation : 0.400000
MidGray : 0.300000 Expo : -11.713155 CamExpVal : 0.000298
ProximityTransparent num : 0
VRProbe Num : 1 - 1
w: 10000.00 res 0.40 res 0.20 stat 0.40 rts 1.00 sbs 1.00,
ave 7555.78 vt 10000.00 awl 1.44
caneTranfolo01 waw 1.00 r 10v23204.40
SystemMemoryUsage : 40
UseInference : true
BakeMode : 両方
DeepBake via: CPU



- ディープラーニングとは
- 住宅プレゼンテーションシステム
- ニューラルネットワークの学習
- 結果
- **まとめ**
 - 発表のおさらい
 - 今後の展望

- 住宅プレゼンテーションシステムのライトプローブのバイクを、ディープラーニングで高速化
 - 直接光のみのライティング結果から間接光を含めたライティング結果を推定
 - バイク時間を短縮
 - 他のライトプローブに依存しない
 - 様々なニューラルネットワークモデルを比較検討
 - パノラマ変換
 - 残差学習
 - Non-Local block

- ディープラーニングによるベイク機能を全国展開
 - 学習データが十分でなく、間接光推定に問題のある建物がもしもあった場合
 - 考えられる追加施策
 1. バックグラウンドで従来のベイクも行い、結果を比較
 2. 結果の差が一定以上あれば、中央サーバに報告
 3. 中央サーバで問題のデータを含めて再学習
 4. 更新したモデルを再配布
- ディープラーニングの応用範囲の拡大
 - デノイズ
 - リアルタイムレイトレーシング
 - 超解像
 - ポストエフェクトなどで、重い処理は低解像度で行い、ディープラーニングでアップスケール
 - リアルタイムGI
 - 間接光の推定をリアルタイムに行い、事前のベイクなどは一切不要

Ideas × Art × Technology

技術力・表現力・発想力を兼ね備えたCGソリューションプロバイダー

私たちシリコンスタジオは、自社開発による数々のミドルウェアを有し、CGの黎明期から今日に至るまでCG関連事業に取り組み、技術力、表現力、発想力の研鑽を積み重ねてきました。それら3つの力を高い次元で融合させ、CGが持つ可能性を最大限に発揮させられること、それが私たちの強みです。

Ideas × Art × Technology

私たちはCG業界をリードするソリューションプロバイダーとして、お客さまの課題解決はもちろん、付加価値のあるアウトプットの提供をお約束いたします。





Ideas × Art × Technology

技術力・表現力・発想力を兼ね備えたCGソリューションプロバイダー