

# Maru version 8.1

## 第 17 回 UEC 杯コンピュータ囲碁大会 アピール文章

### Appeal Document for The 17th UEC Cup Computer Go Tournament

## 1 コンピュータ囲碁プログラム「Maru」

### Maru: A Computer Go Program

Maru はランダム着手の棋譜からの深層強化学習を用いて作成されたコンピュータ囲碁プログラムです。Maru の深層学習モデルは Nested-Bottleneck 構造の Convolution や Multi-Head Attention を含んでおり、盤面全体の状況を効率よく把握できる構造となっています。また、Maru の強化学習手順は Katago や Gumbel AlphaZero を参考にして設計されており、効率よく多くのパターンを学習できるように設計されています。Maru の推論手法や強化学習手法は既存の手法を参考にしたものですが、深層学習モデルの構造に関しては Maru 独自の工夫を多く含んでいます。

Maru is a computer Go program developed using deep reinforcement learning from randomly generated game records. The deep learning model of Maru incorporates nested-bottleneck convolutions and multi-head attention, enabling it to efficiently grasp the overall state of the board. Its reinforcement learning procedure is inspired by approaches used in Katago and Gumbel AlphaZero, allowing it to efficiently learn a wide range of patterns. While Maru's inference and reinforcement learning methods are based on existing techniques, the structure of its deep learning model includes many unique innovations specific to Maru.

## 2 Maru の深層学習モデル

### Maru's Deep Learning Model

図 1 に Maru の深層学習モデルのアーキテクチャを示します。Maru の深層学習モデルは、開発者が独自に設計した SkipResNet<sup>1)</sup> 構造を採用しています。これは、従来の ResNet 構造にスキップ接続を追加したものであり、浅い層から深い層までの情報伝達経路を注意機構を用いて動的に制御することにより、学習の安定性と表現力を向上させることを目的としています。SkipResNet 構造は、畳み込み層によって構成された深層学習モデルだけでなく、Self-Attention 層を含む深層学習モデルに対しても適用可能であり、これらの深層学習モデルの性能を向上させることができます。コンピュータ囲碁プログラム「Maru」においても、この SkipResNet 構造を採用することで、深層学習モデルの性能を改善することで棋力の向上を実現しています。また、SkipResNet 構造のそれぞれのブロックでは、畳み込み層を含む Nested-Bottleneck Convolution ブロックだけでなく、Self-Attention 層を含む Nested-Bottleneck Attention ブロックも採用しています。Self-Attention 層を用いることで、盤面全体の状況を効率よく把握でき、離れた石同士の関係性も考慮した評価が可能となります。

Fig. 1 shows the architecture of Maru's deep learning model. Maru's deep learning model adopts a unique SkipResNet structure<sup>1)</sup> designed by its developer. This structure adds skip connections to the traditional ResNet architecture, aiming to improve learning stability and expressiveness by dynamically controlling the information transmission paths from shallow to deep layers using attention mechanisms. The SkipResNet structure can be applied not only to deep learning models composed of convolutional layers but also to those including self-

1) <https://github.com/takedarts/skipresnet>

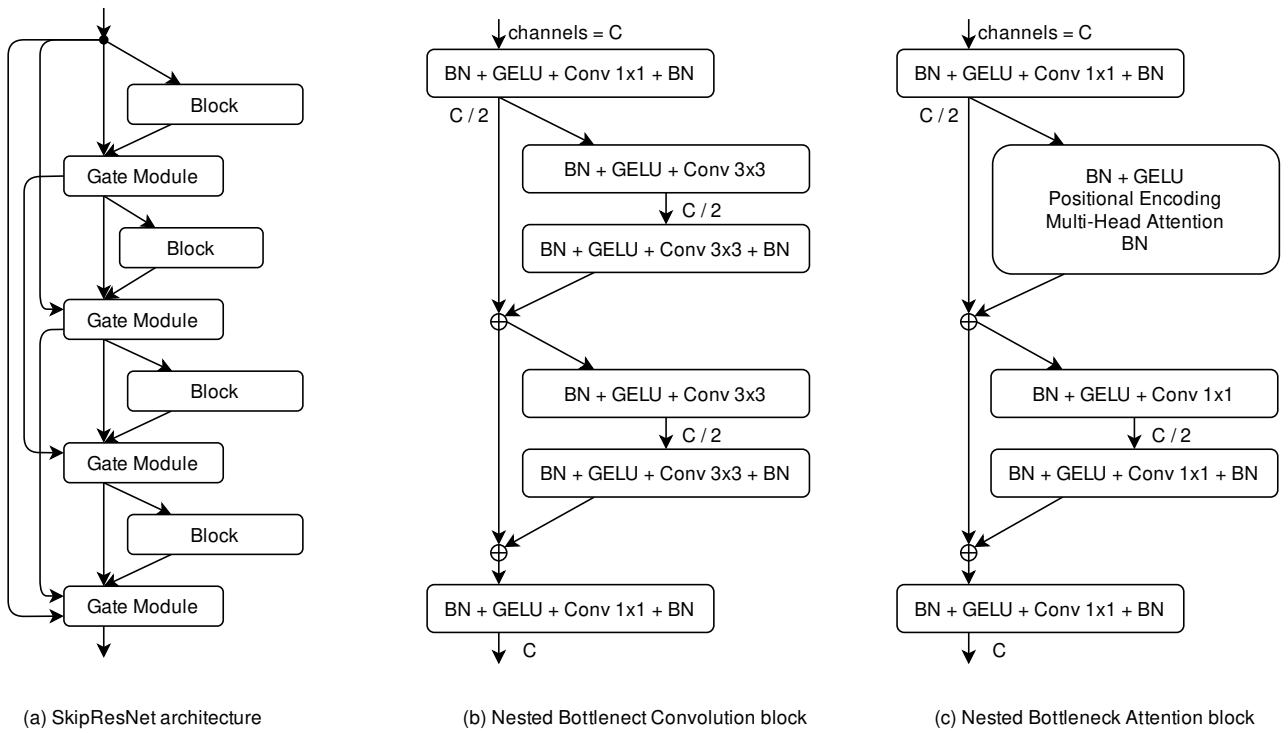


図1 Maruの深層学習モデルのアーキテクチャ  
Architecture of Maru's Deep Learning Model

attention layers, and it can enhance the performance of these deep learning models. In the computer Go program "Maru," the adoption of this SkipResNet structure has led to improved performance of the deep learning model, thereby enhancing its playing strength. Additionally, each block of the SkipResNet structure includes not only Nested-Bottleneck Convolution blocks containing convolutional layers but also Nested-Bottleneck Attention blocks containing self-attention layers. By utilizing self-attention layers, Maru can efficiently grasp the overall state of the board and evaluate relationships between distant stones.

### 3 その他 Other Information

Maru のプログラムコードは GitHub<sup>2)</sup>で公開されています。また、強化学習による Maru の棋力向上の履歴を Web サイト<sup>3)</sup>で公開しています。上記の GitHub リポジトリではいくつかの学習済みモデルも公開されており、これらを利用することで Lizzie などの GUI ソフトウェアで対局や検討を行うことができます。

The program code of Maru is available on GitHub<sup>2)</sup>. Additionally, the history of Maru's strength improvement through reinforcement learning is published on a website<sup>3)</sup>. Several pre-trained models are also available in the github repository, which can be used for playing and analysis with GUI software such as Lizzie.

2) <https://github.com/takedarts/maru>

3) <https://takeda-lab.jp/maru/>