

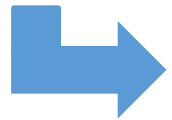
Android クラスタによる機械学習 フレームワークの並列分散処理の検討

星 拓磨

宇都宮大学大学院 地域創生科学科
情報電子オプティクス専攻

研究背景

- モバイル端末の普及と高性能化
 - マルチコアプロセッサ, GPUコア, 記憶領域の大容量化, 5G



モバイル端末を計算資源として活用したい

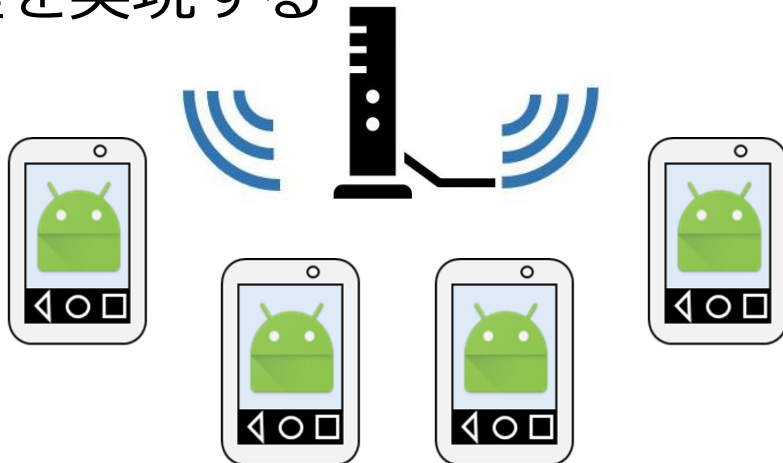
- Androidクラスタの開発(先行研究)
 - Android OS搭載端末をノードとして複数台をネットワークで結合し, クラスタシステムを構築^[1]
 - Androidクラスタにおける管理者権限不要なMPI並列実行環境の研究^[2]

[1] Yuki Sawada, Yusuke Arai, Kanemitsu Ootsu, Takashi Yokota, Takeshi Ohkawa, "Performance of Android Cluster System Allowing Dynamic Node Reconfiguration," Wireless Personal Communication, Vol.93, Issue 4, pp.1067-1087, Feb. 2017.

[2] Masahiro Nissato, Hiroki Sugiyama, Kanemitsu Ootsu, Takeshi Ohkawa, Takashi Yokota, : "Realization and Preliminary Evaluation of MPI Runtime Environment on Android Cluster", Proc. 33rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2019), pp.407-418, 2019.

Android クラスタ

- Android OSを搭載した端末を複数台使ったシステム
 - スマートフォン, タブレット端末, 小型ボードコンピュータ Raspberry Pi
- 端末間をネットワークで接続
- Androidアプリケーションを用意し, アプリケーションを介してMPIを利用した並列処理を実現する



研究背景・目的

- Androidクラスタシステムを現場での機械学習処理に利用可能と考えた
 - 機械学習には大規模のデータを処理するためマシンパワーが求められる
 - ↳ Androidクラスタ上で実行することで高速な処理を期待
 - 端末を持ち寄って機械学習処理基盤を構築可能
 - 台数を集めて並列処理による性能の向上
 - 標準搭載しているセンサやカメラの利用

目的

機械学習を行う処理基盤をAndroidクラスタシステムに構築

機械学習フレームワークの1つであるTensorFlowを使用

TensorFlow

- 機械学習フレームワーク, ライブラリの1つ[3]
- 機械学習の処理に伴う, データの前処理, モデルの作成, トレーニング, 再利用, デプロイ, 推論が可能
- 多くの活用例, 導入事例
 - 画像分類, オブジェクト検出, 音声認識, 自然言語処理, ワード検索
 - Google検索 (曖昧検索など), Gmail (スパム検出)
 - Google翻訳, ターゲティング広告など
 - 他の企業や研究での導入例[4]

[3] TensorFlow : Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems, Mart ín Abadi, Ashish Agarwal, Paul Barham,... November 9, 2015, <http://download.tensorflow.org/paper/whitepaper2015.pdf>

[4] <https://www.tensorflow.org/about/case-studies>

Android端末上でTensorFlowを使う際の課題

- Android端末でプログラムを実行するためには、プログラムをAndroidアプリケーションの形式にする必要がある
 - ↳ Androidアプリとして実行できるLinuxターミナル環境が必要
- TensorFlowはオープンソースで公開，ビルド済みパッケージも公開されている
 - パッケージはPythonからライブラリとしてimportして使用する

課題点

- 先行研究の環境にはPython処理環境がない
- Pythonインタプリタを使用するためのターミナル環境がない
- TensorFlowはAndroid OS用の公式パッケージが無く，自前で作成する必要がある

アプローチ

- AndroidにLinuxターミナル環境を導入



- TensorFlowの実行に必要なソフトウェア, Pythonやその他ツール等をLinux環境に以下を導入



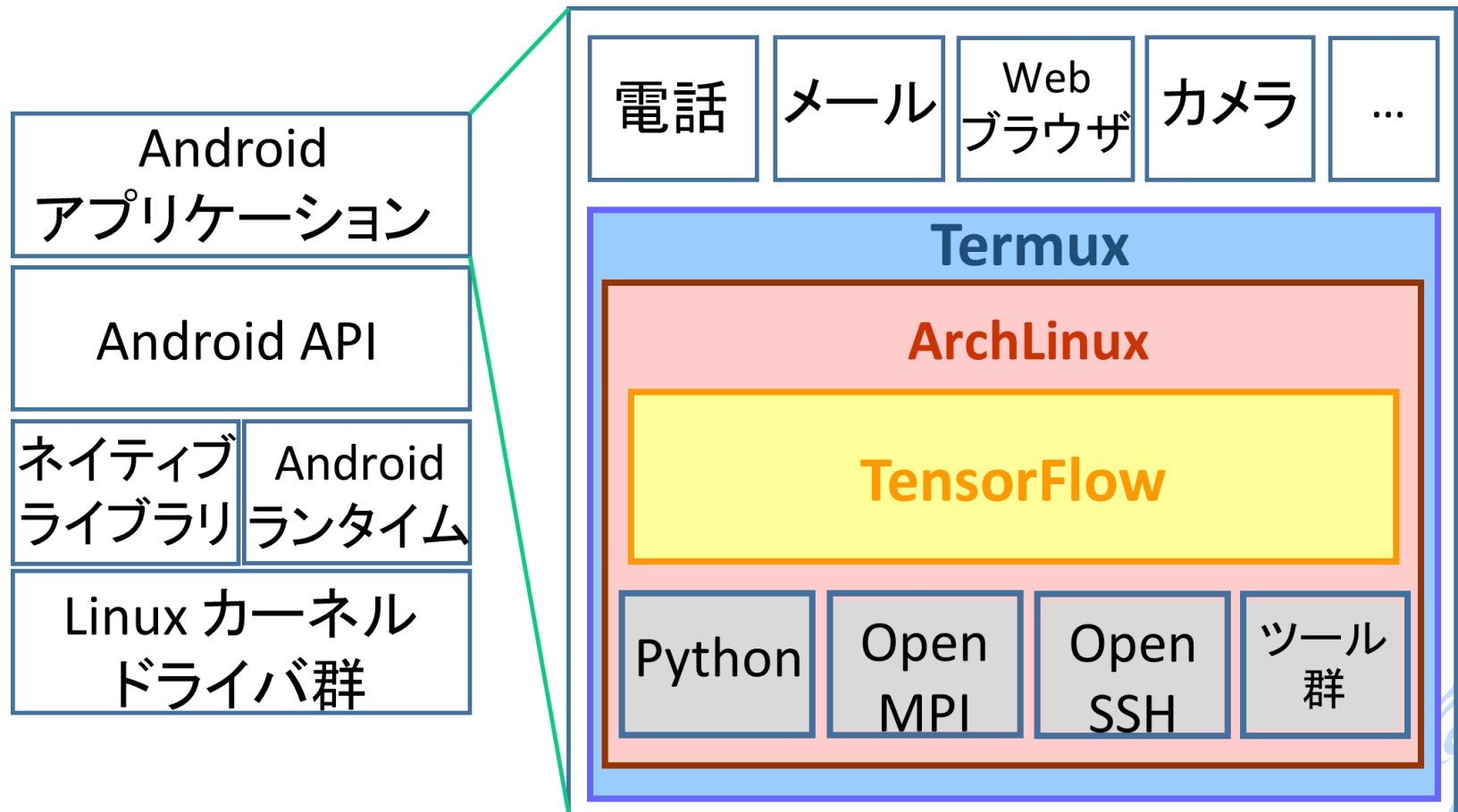
- TensorFlowをビルド



- Androidクラスタで実行するために, 並列処理が出来るようにする



本研究が想定するTensorFlow実行環境の全体構成図



Android上で操作可能なターミナル環境の導入

- Pythonを導入, 操作するためのターミナル環境を導入する
- Android OSはカスタムLinuxカーネルを使用している
- Android OSのLinuxカーネルを利用する場合, 端末シミュレータアプリケーションを使用することでシェルでの操作が可能
- 通常, 端末シミュレータアプリはOSのシステム領域へのアクセス権限がない (root化が必要)
- そのため, パッケージマネージャ等でソフトウェアのインストールも権限がないため不可能



Root化を必要とせずに操作やソフトウェア等を導入可能な
端末シミュレータアプリケーションを利用したい



Termux

- TermuxはLinux疑似環境を提供する端末シミュレータアプリケーション
 - root権限不要でLinuxシステムを操作可能
 - パッケージマネージャに登録されたソフトウェアが利用可能

>_ ☁

📶 🔒 69% 🔋 22:42

Run 'man termux' or visit <https://wiki.termux.com>
to learn more about Termux.

~ \$ exit

logout

Connection to 192.168.10.53 closed.

~/.ssh \$ sshd

~/.ssh \$ cd

~ \$ ls ../usr

bin doc etc include lib libexec share src tmp var

~ \$

Arch Linuxの導入

- Arch Linux はLinuxディストリビューションの一つ
- Termuxのアプリケーション領域内に配置し,
Termux上でログイン, 操作を行う

- 導入理由：

TensorFlowの実行に必要なソフトウェアがTermuxの
パッケージ管理ソフトから提供されていなかった



Arch Linuxで標準のパッケージ管理ソフトから利用可能

- Python等の導入



使用するTensorFlowバイナリ

- TensorFlowのビルドが成功していない
 - コンパイルエラーが未解決
 - エラーの解析、対処
- QEMUでaarch64エミュレート環境でのビルド



- 公開されているビルド済みバイナリを使用[5]

[5] <https://github.com/PINTO0309/Tensorflow-bin>, Access: Oct 21, 2021.

性能評価

- Android端末とPCでのTensorFlow実行時の性能を比較
- 使用するプログラム一覧
 - ベンチマークプログラム
PerfZero[6]
 - データセット
CIFAR-10[7]
 - ニューラルネットワークモデル
ResNet-56[8]

[6] <https://github.com/tensorflow/benchmarks/tree/master/perfzero> , Access: Dec 10, 2021.

[7] <https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html> , Access: Dec 10, 2021.

[8] <https://jp.mathworks.com/help/deeplearning/ref/resnet50.html> , Access: Dec 10, 2021.

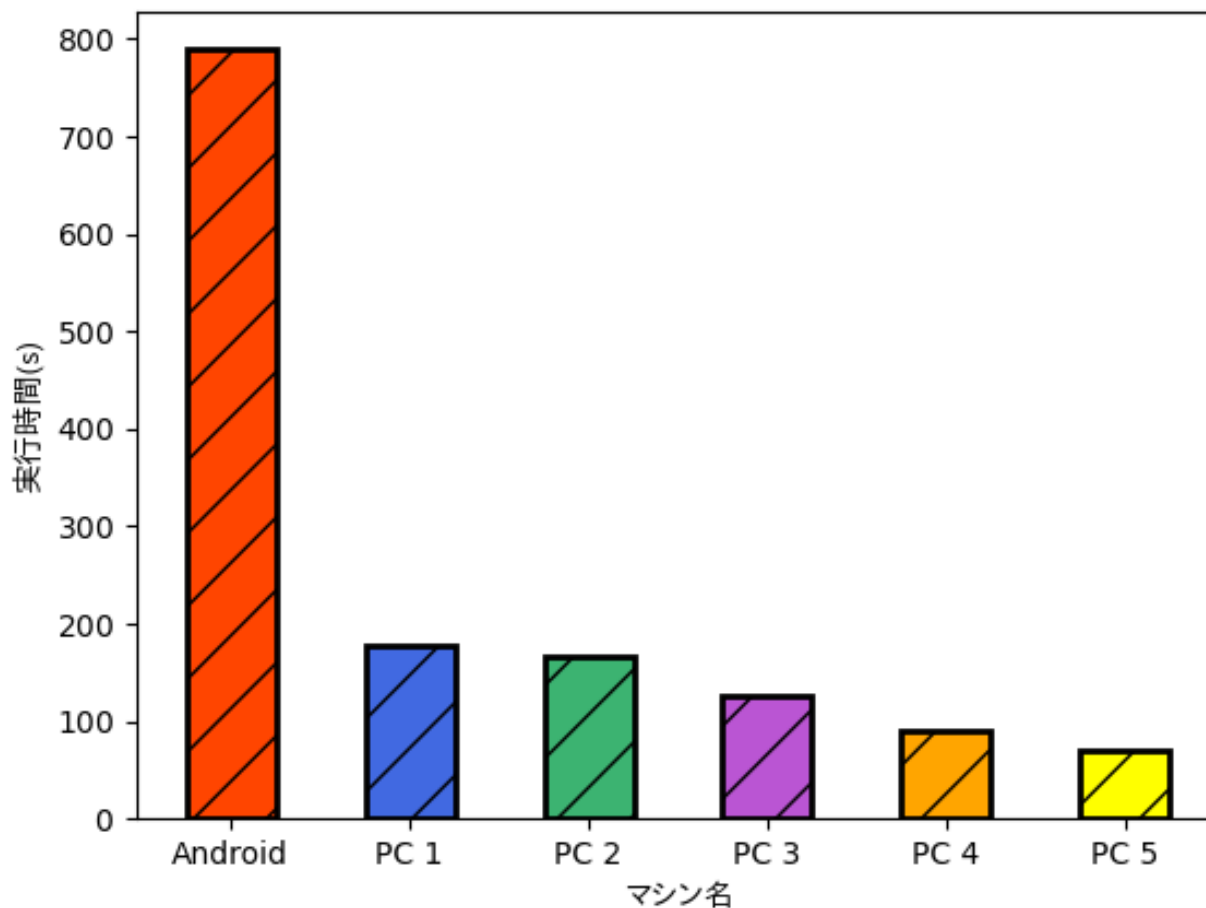
性能評価

• 使用端末の仕様一覧と実行時間

	Android	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
CPU(Soc)	HiSilicon Kirin 950	Intel(R) Core(TM) i7-3820	Intel(R) Core(TM) i7-4770	Intel(R) Core(TM) i7-7700K	Intel(R) Core(TM) i7-9700K	Intel(R) Core(TM) i9-9960X
CPU クロック周波数	2.30GHz	3.60GHz	3.40GHz	4.20GHz	3.60GHz	3.10GHz
CPU コア数	8	4	4	4	8	16
GPU	-	-	GeForce GTX 780	-	GeForce RTX 2080 SUPER	NVIDIA GeForce RTX 2070 SUPER x2
実行時間 (s)	789.280	178.236	166.731	125.792	90.465	70.833

性能評価

- ベンチマーク実行時間比較



まとめ

- 研究目的:
Androidクラスタ上でTensorFlowの並列分散処理環境を構築する
- TensorFlowの並列分散処理環境の検討をした
- TensorFlowのビルドを試みた
- Android端末でTensorFlow実行の性能を評価した
- 今後の課題
 - TensorFlowの並列実行処理を可能にする
 - TensorFlowのビルドを完了する



Android クラスタによる機械学習 フレームワークの並列分散処理の検討

星 拓磨

宇都宮大学大学院 地域創生科学科
情報電子オプティクス専攻