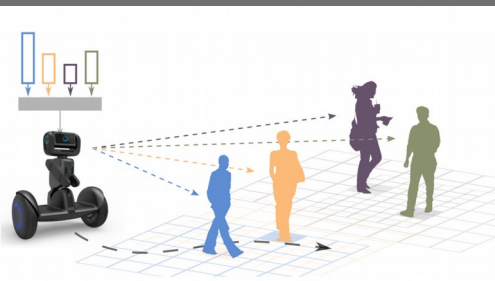


# Crowd-Robot Interaction: Crowd-aware Robot Navigation with Attention-based Deep Reinforcement Learning



(2018, ICRA2019) Changan Chen/ Yuejiang Liu

<https://arxiv.org/pdf/1809.08835.pdf>

<https://youtu.be/0sNVtQ9eqjA>

## どんなもの?

混雑環境下で効果的かつ社会的マナーを踏まえたロボットの移動について扱う。従来の深層強化学習を用いた人と Human-Robot の学習以外に、Human-Human の関係も考慮し、更に self-attention 機構を用いた attentive pooling mechanism を提案した。時間効率とタスクの達成率の面で state-of-the-art な結果を得た。この研究のモチベーションは、社会的に好ましいナビゲーションをする近くのエージェントの総合的な影響に関係する重要なことを計算・エンコードするモデルを構築することである。

## どうやって有効だと検証した?

ORCA で人の動きを制御したシミュレータ環境を構築した。ORCA, CADRL, LSTM-RL が比較手法。ロボットを人から見えないように仮定することで、Human-Robot and Human-Human interaction で有効性を検証した。また人がロボットを避けるようにした、よりリアルな環境での検証も行っている。

## 技術の手法や肝は?

Social pooling, attention model を用いて 3 つの module (Interaction, Pooling, Planning) で socially attentive network を構築。Human-Human interaction は coarse に encode することで計算コストの増加を抑える。

## 議論はある?

他の手法と比較して、タスク達成度 (衝突せずにゴールに到達できた割合) と時間効率の面で有効性を示した。既存手法の LSTM-RL と比較して、タスク達成度だけを見れば同程度か少し良い程度であるが、時間効率の面で大きく良い性能を示した。

## 先行研究と比べて何がすごい?

self-attention 機構を用いてインタラクションについて考え直した。Human-Robot と同様に Human-Human インタラクションについても深層強化学習で考慮した。

## 次に読むべき論文は?

この分野でよく見る ORCA の論文かな?

J. van den Berg, S. J. Guy, M. Lin, and D. Manocha, "Reciprocal n-Body Collision Avoidance," in Robotics Research, ser. Springer Tracts in Advanced Robotics, C. Pradalier, R. Siegwart, and G. Hirzinger, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 3-19.

日付 2019/5/8

# メモ（内容でも英語でも何でも）

**yet の接続詞としての使い方** butと同じような意味だけど,yetのほうが幸せでないのニュアンスがある

Mobility in an effective and socially-compliant manner is an essential **yet** challenging task for robots operating in crowded spaces.

**この分野の問題点** 深層強化学習が社会的強調ポリシーを学習するのに有効性を示している一方で、従来の手法（one-way Human-Robot interaction）は混雑度が増すと悪化する傾向にある。

**Self-attention mechanism** DNNで予測モデルに入力のどこに注目すべきかを知らせる機構。自然言語処理でよく用いられる？

**これまでのナビゲーション技術** 静的物体しか考慮していない（[1]～[4]）か、ワンステップで対応するだけ（[5]～[7]）なので、安全性と自然な動きの面で劣る振る舞いだった。人のマナーや礼儀を理解する試みが[8]～[11]で行われた。人混みがどのように振る舞うかを認識して予測する手法が[12]～[15]でハンドクラフトモデルやデータドリブンな手法で行われた。近年は、予測とプランニングの2つに分けた手法がある[16]～[17]が混雑した空間全体を扱ったときにfreezing robot problem（FRP）が起こってしまう。FRPを解決するた m に多くの手法が提案されてきたが[18]、近くにいる人の偶然な動きと高い計算コストにより混雑環境への適用が難しかった。最近では深層強化学習による手法が著しい成果を上げている[19]～[22]。深層強化学習を用いた手法には現在2つの課題がある。（1）シンプルな表現でモデル化された関係性のみを考えているため、環境中のすべての相互作用を考慮することができない。（2）大抵の手法は人とロボットの関係のみしか考慮していない。

**Background の related work が全体的によくわからなかった。** 今度読み直す

**深層強化学習の初期値** 初期値として Imitation learning を用いると非常に効率が良い。

**モチベーション** 人が歩くとき、周囲の人、特に将来ぶつかりそうな人の振る舞いを予測して行動する。この研究のモチベーションは、社会的に好ましいナビゲーションをする近くのエージェントの総合的な影響に関係する重要なことを計算・エンコードするモデルを構築することである。

**手法の detail の理解が曖昧**