知識選択型転移強化学習を用いた移動ロボットによる動的障害物回避

高矢　空＊　　河野　仁　　須賀　哉斗　　鳥谷部　悠希（東京電機大学）池勇勳（北陸先端科学技術大学院大学）　　藤井　浩光（千葉工業大学）  
鈴木　剛（東京電機大学）

Dynamic Obstacle Avoidance by Mobile Robot Using Transfer Reinforcement Learning with Knowledge Selection

Takaya Sora＊, Kono Hitoshi, Toriyabe Yuki, Suga Kanato, (Tokyo Denki University)   
Ji Yonghoon, (Japan Advanced Institute of Science and Technology)   
Fujii Hiromitsu, (Chiba Institute of Technology). Suzuki Tsuyoshi, (Tokyo Denki University)

近年，機械学習技術の社会実装が活発に行われている．とりわけ，強化学習や転移学習などの技術が知能ロボットに実装されつつある．著者らはこれまでに，認知科学領域の知見である，活性化拡散モデルを応用した知識選択型転移強化学習を提案した．知識選択型転移強化学習を実装した移動ロボットにおいて，静的障害物の回避は実現されているが，動的障害物の回避については検討されていない．本発表では，知識選択型転移強化学習のハイパーパラメータをチューニングすることで，動的障害物回避が実現できることを確認したので報告する．

キーワード：転移学習，強化学習，知識選択，活性化拡散モデル

(Transfer learning, reinforcement learning, knowledge selection, spreading activation model)

1.　緒言

本研究では、知識選択型転移強化学習を用いた移動ロボットによる動的障害物回避について検討している。近年、機械学習技術の社会実装が進んでおり、特に強化学習や転移学習などが知能ロボットに適用されている。著者らは以前、認知科学領域の知見である活性化拡散モデルを活用した知識選択型転移強化学習を提案した。この手法を実装した移動ロボットでは、静的障害物の回避が実現されているが、動的障害物の回避についてはまだ検討されていませんでした。

本論文では、知識選択型転移強化学習のハイパーパラメータを調整することで、動的障害物の回避が実現できることを確認した。知識選択型転移強化学習は、過去の学習経験を転移させることで学習速度の向上や新しい環境への適応度の向上を図る手法だ。

また、本研究では活性化拡散モデルを利用しており、このモデルはネットワーク構造がグラフ理論で定義されており、既存のグラフ理論の解析手法との親和性が高い特徴がある。以下では、具体的な研究内容と結果について報告する。

2.　実験と結果

〈2･1〉 小見出＿文字小見出＿段落□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□引用文献(1)□□引用文献(2)(3)□□引用文献(4)～(5)□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

(１) □□□□□　　□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

(２) □□□□□□□□□　　□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

〈2･2〉 小見出＿文字小見出＿段落□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

 (１)

□□本文（字下無）□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。



｛数式行（続）｝ (２)

式説明□□□□□□10□□□□15□□□□20□□□□□□□□□□□10□□□□15□□□□20□□□□□□□□。

 (３)

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□（表1参照）。

表1　図表タイトル

Table 1.　Title.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 表内文字 |  |  |  |  |
| Text |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

図表説明（左）□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□表の左右は，75mm以内□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□（表2参照）。

表2　図表タイトル

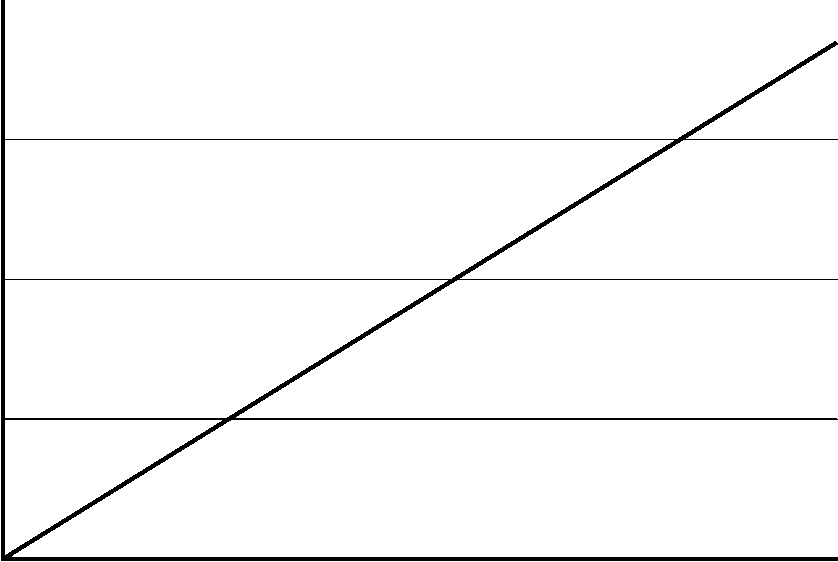
Table 2.　Title.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表内文字 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Text |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

図表説明（中央）□□□□□□表の左右は，165mm以内□□□□□□

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□（図1参照）。



(a)　グラフ1

図1　図表タイトル

Fig. 1.　Title.

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

本文□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□５□□□□10□□□□15□□□□20□□□□25□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

3.　結言

〈2･2〉 小見出＿文字小見出＿段落□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□。

謝　　　辞

文　　　献

(１) Name : “Title English”, 雑誌名, Vol.巻数, No.号数 p.000 (発行年)  
著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 p.ページ数 (発行年)

(２) Name and Name : “Title Eng”, 雑誌名, Vol.巻数, No.号数 pp.000-000 (発行年)  
著書名・著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(３) Name, Name, and Name : “Title Eng”, 雑誌名, Vol.巻数, No.号数 pp.000-000 (発行年)  
著書名・著書名・著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(４) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(５) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(６) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(７) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(８) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(９) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(10) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)

(11) 著書名：「タイトル」，雑誌名，Vol.巻数，No.号数 pp.ページ数 (発行年)