

# 知能システム論 中間レポート

第2回講義：探索に基づく問題解決 (1) の研究課題 02-02 について報告する。

**研究課題 02-02** 図 02-02-01 に示すグラフを深さ優先探索および幅優先探索で探索し，探索過程における  $n$ ，OpenList，ClosedList の変化を示せ．初期状態は A とする．

## 1. 木構造における探索手法

木構造における探索手法として，ここでは深さ優先探索と幅優先探索を取り上げる．

どちらも，系統的探索による手法である．系統的探索とは，順にしらみつぶし的に探索を行っていく方法である．

深さ優先探索とは，木構造において縦方向に探索を行う (図 1)．一方の幅優先探索は図 2 に示すように，横方向の探索を行う．

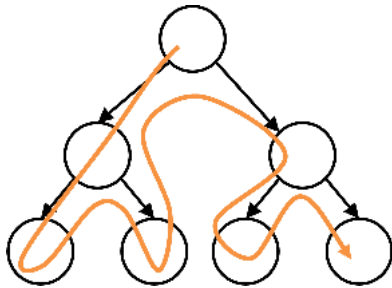


図 1: 深さ優先探索

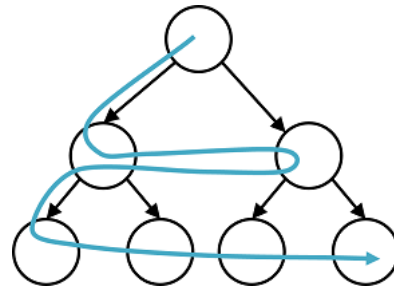


図 2: 幅優先探索

## 系統的探索の特徴

汎用的な探索手法であり，理論的に解の発見が保証されるが，計算量が大きいのが課題である．探索対象となるデータの規模が大きいほど現実的な時間に収束しない恐れがある．

## 木構造における他の探索手法

それ以外の探索手法として，二分探索木 [1] がある．

二分木は，子の数が最大 2 個までという制限を持たせた木構造である．さらに各ノードの値よりも左の子ノードの方が値が小さくなる制約を持たせることで，効率的な検索が可能となっている．

## 2. 深さ優先探索と幅優先探索の探索過程の比較

図2に示すグラフを深さ優先探索および幅優先探索で探索し、探索過程における  $n$ , OpenList, ClosedList の変化を比較する。

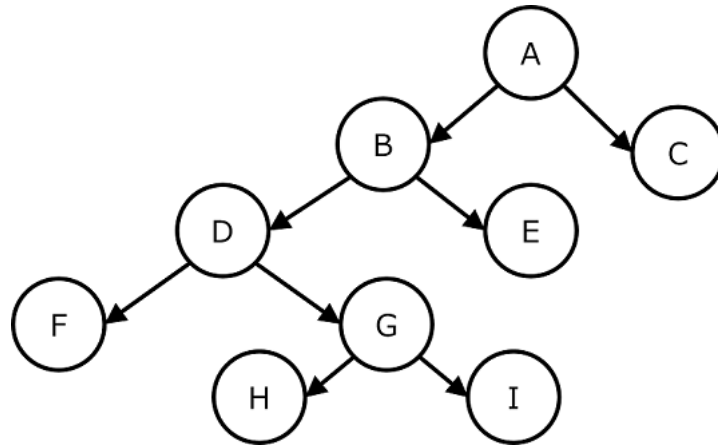


図 3: 比較に用いたグラフ

### 実装したプログラムについて

探索プログラムは python で実装を行った. python は木構造を表現できるライブラリとして anytree[2] があるが, 深さ優先探索および幅優先探索の実装や探索過程の表示には適さないため, anytree は採用せずに 2 次元配列を用いた.

プログラムのソースコードは, 本レポートとは別に添付する.

### プログラムにおける木構造の表現

作成したプログラムにおける木構造のデータ構造を表 1 に示す. 今回取り上げるグラフは子が 2 個以下であるため, 二分木のデータ構造とした.

### 探索過程の比較結果

初期状態と A とし, 深さ優先探索および幅優先探索の過程を比較した. 目標を E とした場合のそれぞれの結果を表 2~3 に示す.

表 1: 図 3 のデータ構造

Index	Node	子ノード (左)	子ノード (右)
0	A	1	2
1	B	3	4
2	C	0	0
3	D	5	6
4	E	0	0
5	F	0	0
6	G	7	8
7	H	0	0
8	I	0	0

表 2: 深さ優先探索の探索過程

n	OpenList	CloseList
	A	
A		A
A	BC	A
B	C	BA
B	DEC	BA
D	EC	DBA
D	FGEC	DBA
F	GEC	FDBA
G	EC	GFDBA
G	HIEC	HGFDBA
H	IEC	IHGFDBA
I	EC	EIHGFDBA
E	C	EIHGFDBA

表 3: 幅優先探索の探索過程

n	OpenList	CloseList
	A	
A		A
A	BC	A
B	C	BA
B	CDE	BA
C	DE	CBA
D	E	DCBA
D	EFG	DCBA
E	FG	EDCBA

### 3. 考察

今回の例では、幅優先探索の方が早く目標 E の探索ができた。しかしながら、深さ優先探索と幅優先探索のどちらが有効であるか単純比較することはできない。探索対象の木構造（深い構造か、幅が広い構造か）や目標の位置（根に近いか、葉に近いか）によって、効率性が大きく変わるからである。

そのため、規模の大きい木構造で探索を行う場合、木全体を探索するのではなく、部分木に分割して探索対象を限定して実施するのがよい。

今回は初期状態を根である A としたが、初期状態を A 以外とした場合（例えば D）、上位の A や B は探索されずに終わってしまう。その場合にも、「部分木に分割して部分木の根から探索を開始する、その結果見つからない場合は次の部分木について探索を行う」とすることで、解決することができる。

### 参考文献

- [1] 二分木（バイナリツリー）とは - IT用語辞典 e-Words <https://e-words.jp/w/二分木.html>
- [2] Any Python Tree Data , <https://anytree.readthedocs.io/en/latest/>
- [3] 深さ優先探索 (Wikipedia) <https://ja.wikipedia.org/wiki/深さ優先探索>
- [4] 幅優先探索 (Wikipedia) <https://ja.wikipedia.org/wiki/幅優先探索>