A red figure, possibly a person or a small robot, is positioned on a white, curved surface. A series of small, light-colored dots form a trail leading from the bottom left towards the figure. The background is a dark blue, textured surface, possibly representing a sky or a deep sea.

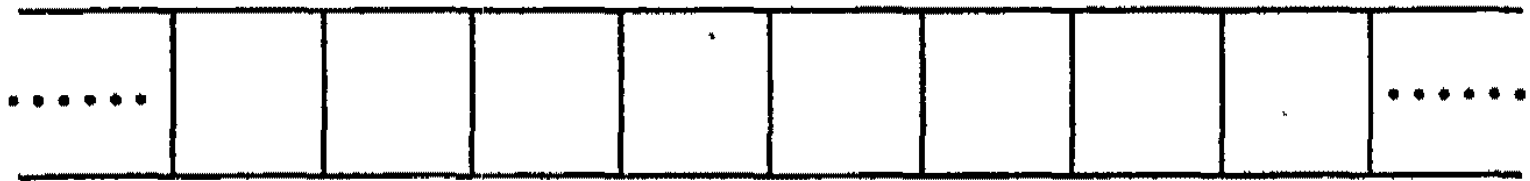
非決定性チューリングマシンと NPクラス



決定性チューリングマシン (通常のチューリングマシン)



チューリング・マシンのメカニズム



テープ(マスで区切られている)



テープ:ひとマスずつに区切られており、左右に移動する。長い。
ヘッド:テープのひとマスの記号を読み取り、マシンの「状態」に応じて、次の動作をする。

可能な動作:

1. マス目に記号を書き込む(消す+書く)。あるいは、そのままにして何も書き込まない。
2. マシンの状態を変える。あるいは状態を同じに保つ。
3. ヘッドを、右あるいは左に移動する。(テープが動く)



チューリング・マシンのプログラムの例

Turingマシンのプログラムの例を示す。この表の、例えば、最初の State Aの行で、On '0' の欄の 'B1R' は、「状態Aで、ヘッドが'0'の上にあるなら、状態をBに変えて、1を書き込んで、ヘッドを右(R)に移動する」という命令を表す。

State	on	on	on 0			on 1		
	0	1	Print	Move	Goto	Print	Move	Goto
A	B1R	D0L	1	right	B	0	left	D
B	C1R	F0R	1	right	C	0	right	F
C	C1L	A1L	1	left	C	1	left	A
D	E0L	H1L	0	left	E	1	left	H
E	A1L	B0R	1	left	A	0	right	B

プログラム本体

プログラムの説明

Hは特別な「状態」で、この状態の時、マシンは「停」する

0 0 0 0 0 0 0 ...



A0 -> 1RB

	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

状態Aでヘッドが0の上にあるなら



0 0 0 0 0 0 0 ...

A



A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...

B

	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

状態Aでヘッドが0の上にあるなら
1を書き込み、右にヘッドを移動し
状態をBに変える。



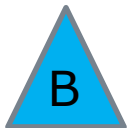
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



B0 -> 1RC

状態Bでヘッドが0の上にあるなら



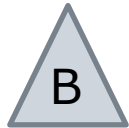
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



B0 -> 1RC

1 1 0 0 0 0 0 ...



状態Bでヘッドが0の上にあるなら
1を書き込み、右にヘッドを移動し
状態をCに変える。



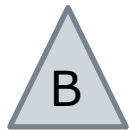
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



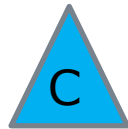
A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



B0 -> 1RC

1 1 0 0 0 0 0 ...



C0 -> 1LD

状態Cでヘッドが0の上にあるなら



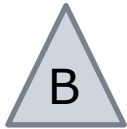
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



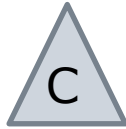
A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



B0 -> 1RC

1 1 0 0 0 0 0 ...



C0 -> 1LD

1 1 1 0 0 0 0 ...



状態Cでヘッドが0の上にあるなら
1を書き込み、左にヘッドを移動し
状態をDに変える。



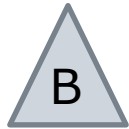
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	ORD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



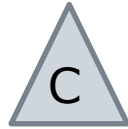
A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



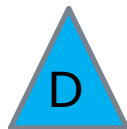
B0 -> 1RC

1 1 0 0 0 0 0 ...



C0 -> 1LD

1 **1** 1 0 0 0 0 ...



D1 -> 0LC

状態Dでヘッドが1の上にあるなら



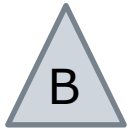
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



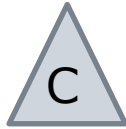
A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



B0 -> 1RC

1 1 0 0 0 0 0 ...



C0 -> 1LD

1 1 1 0 0 0 0 ...



D1 -> 0LC

状態Dでヘッドが1の上にあるなら
0を書き込み、左にヘッドを移動し
状態をCに変える。



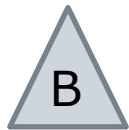
	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

0 0 0 0 0 0 0 ...



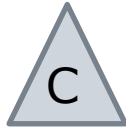
A0 -> 1RB

1 0 0 0 0 0 0 ...



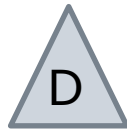
B0 -> 1RC

1 1 0 0 0 0 0 ...



C0 -> 1LD

1 1 1 0 0 0 0 ...



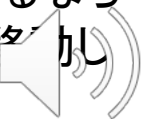
D1 -> 0LC

状態Aでヘッドが0の上にあるなら1を書き込み、右にヘッドを移動し状態をBに変える。

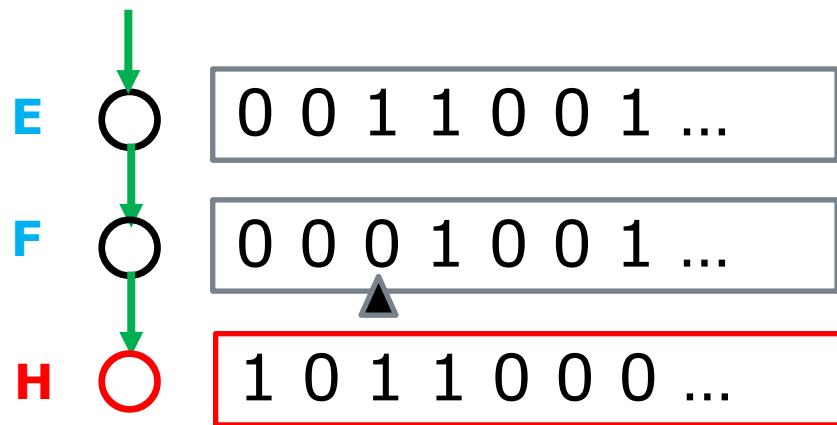
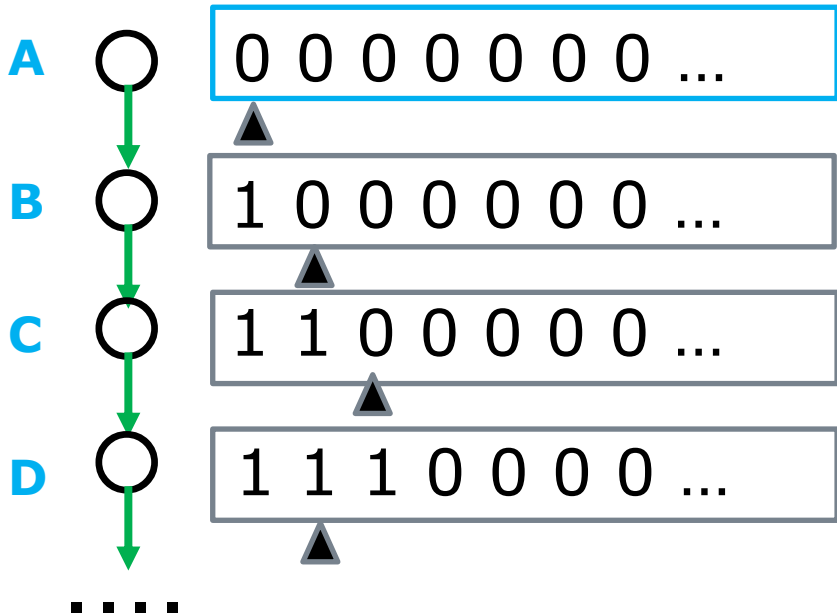
状態Bでヘッドが0の上にあるなら1を書き込み、右にヘッドを移動し状態をCに変える。

状態Cでヘッドが0の上にあるなら1を書き込み、右にヘッドを移動し状態をCに変える。

状態Dでヘッドが1の上にあるなら0を書き込み、左にヘッドを移動し状態をCに変える。



テープの初期状態
チューリングマシンへの入力



停止

テープの最終状態
チューリングマシンの出力

状態の遷移が、次の表で与えられた時のチューリングマシンの振る舞い

	A	B	C	D	E	F
0	1RB	1RC	1LD	1RE	1LA	1LH
1	1LE	1RF	0RB	0LC	0RD	1RC

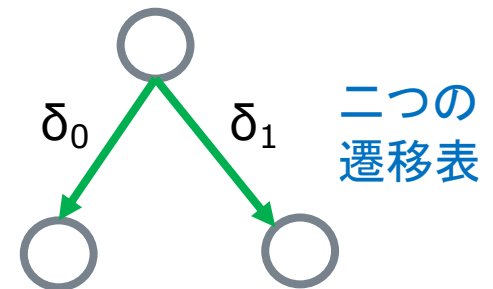
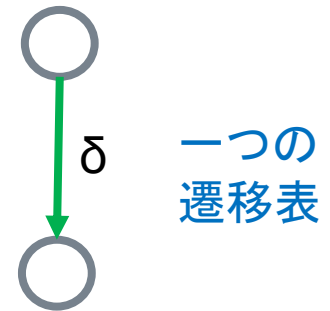
決定性チューリングマシンは、一つの遷移表(命令セット)を持つ。



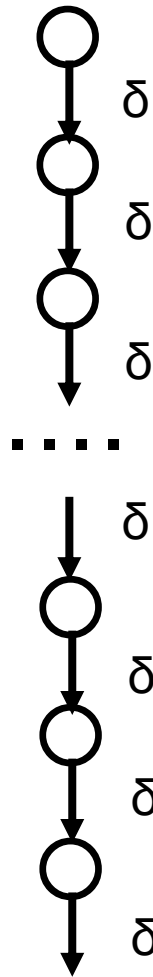
非決定性チューリングマシン

二つの遷移表(命令セット)を持つ チューリングマシンを考える

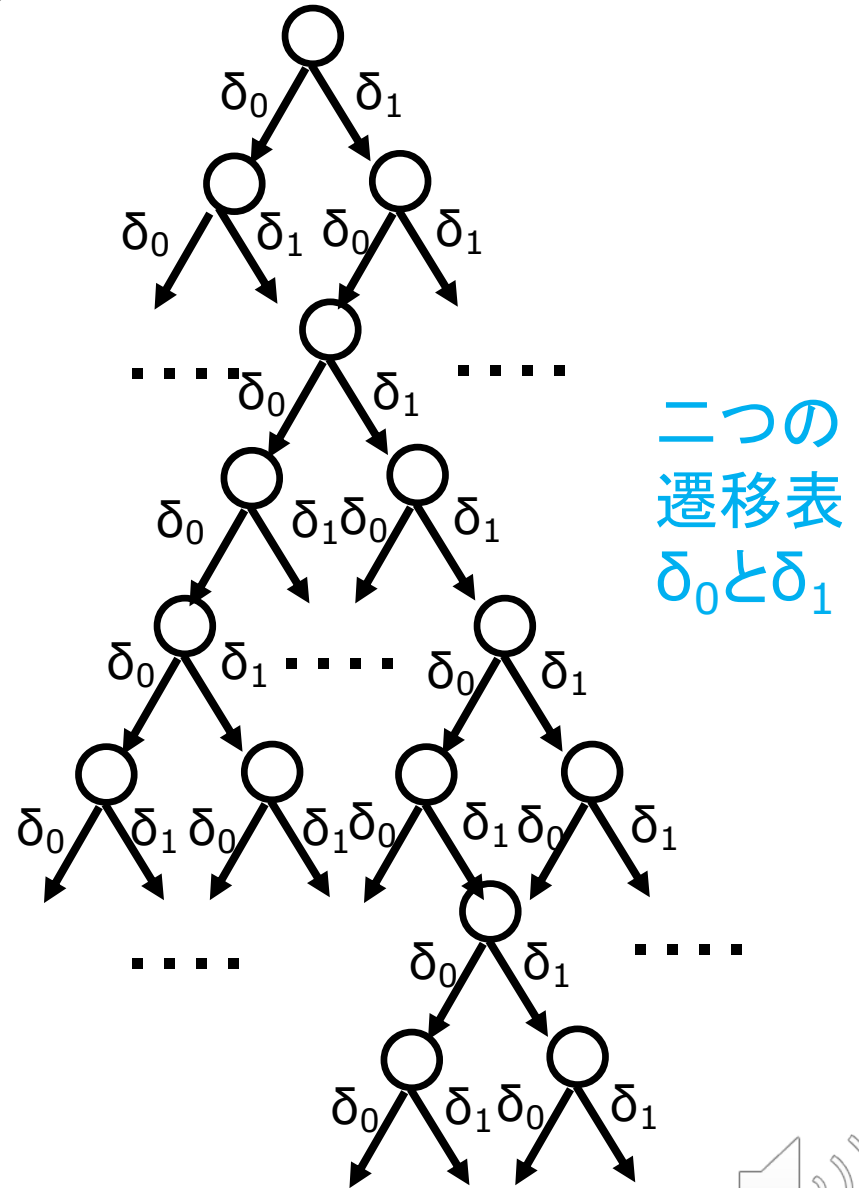
- 通常のチューリングマシン(決定性チューリングマシン)は、一つの遷移表(命令セット) δ を持つ。この時、マシンとテープの状態を一つのノードとみなしてマシンの実行を、ノードからノードへの遷移のグラフとして考えると、このグラフは、枝分かれのない、すべてのノードが一直線上に並んだものになる。
- 二つの遷移表(命令セット) δ_0 と δ_1 を持つチューリングマシンを考える。あるノード上で、 δ_0 と δ_1 のどちらの命令セットを選ぶかは決まっていない。この時、このマシンで可能な実行のグラフは、木構造になる。こうしたマシンを**非決定性チューリングマシン**という。
- 実は、遷移表は、二つ以上あってもいい。



直観的イメージ



一つの
遷移表 δ



二つの
遷移表
 δ_0 と δ_1

決定性チューリングマシン

非決定性チューリングマシン

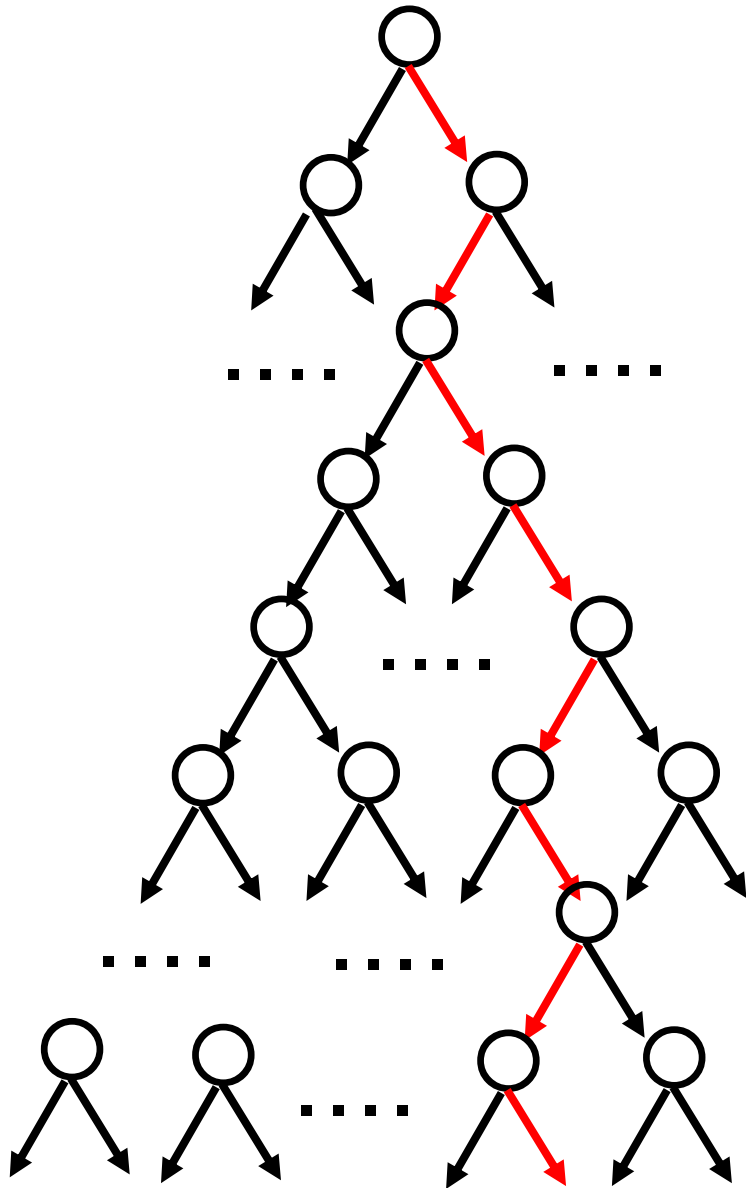


非決定性チューリングマシンでの受理と不受理

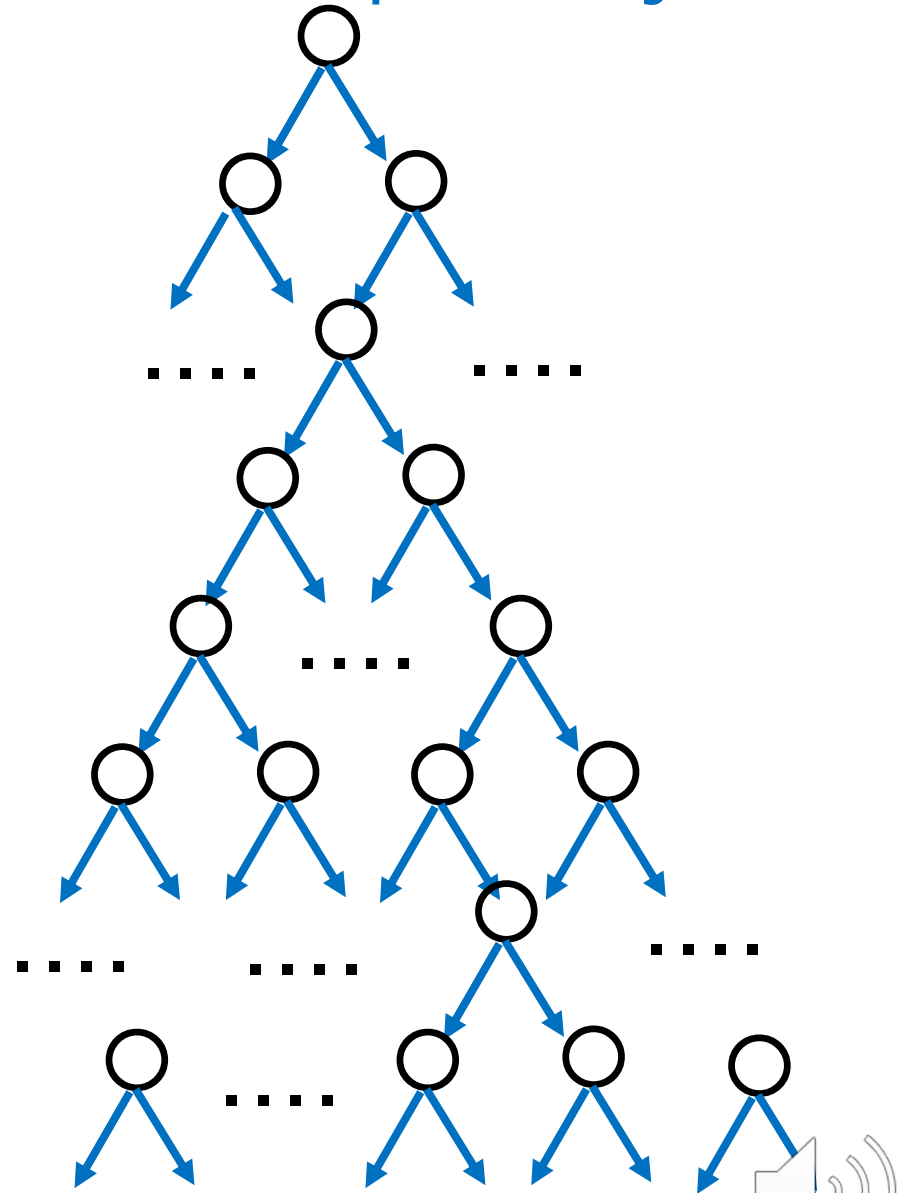
- 非決定性チューリングマシン N での受理(accept)と不受理(reject)は、次のように定義される。
- N が w を受理するのは、 w を入力とする N の木構造で、acceptで終わるパスが一つでもある場合である。
- N が w を不受理とするのは、 w を入力とする N の木構造で、全てのパスが rejectで終わる場合である。



非決定性チューリングマシンのAccept と Reject



一つでも**accept**で終わるパスがある時



全てのパスが**reject**で終わる場合

