知能科学

平井 慎一

立命館大学 ロボティクス学科

講義の流れ

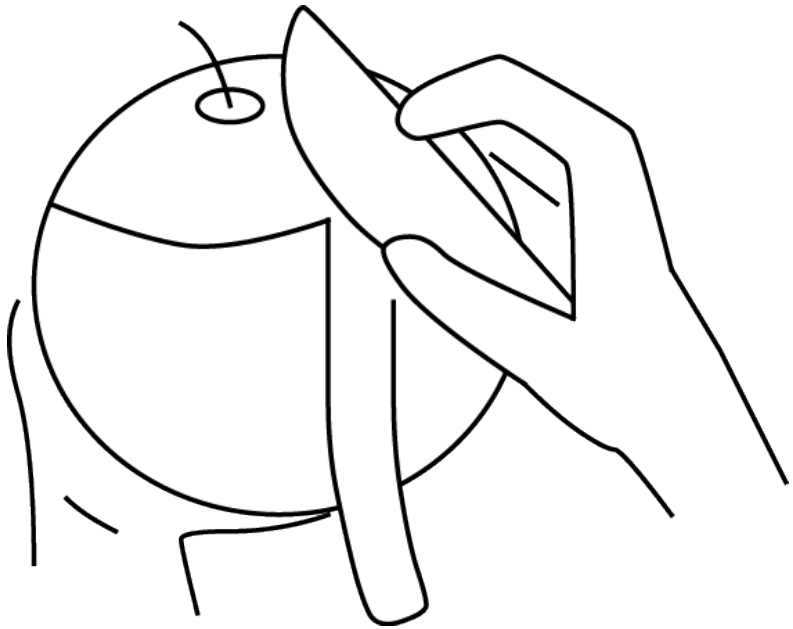
1. 知能とは?
   - コンピュータの知能
   - ロボットの知能
2. 講義の予定
   - チューリングマシン
   - 暗号
   - グラフと経路計画
   - 確率的手法
   - ニューラルネットワーク
   - 最適化
   - 物体操作
3. MATLAB

コンピュータ vs ロボット

コンピュータの知能

$$
\begin{array}{rr}
 & 50052834 \\
\times & 73104492
\end{array}
$$

ロボットの知能



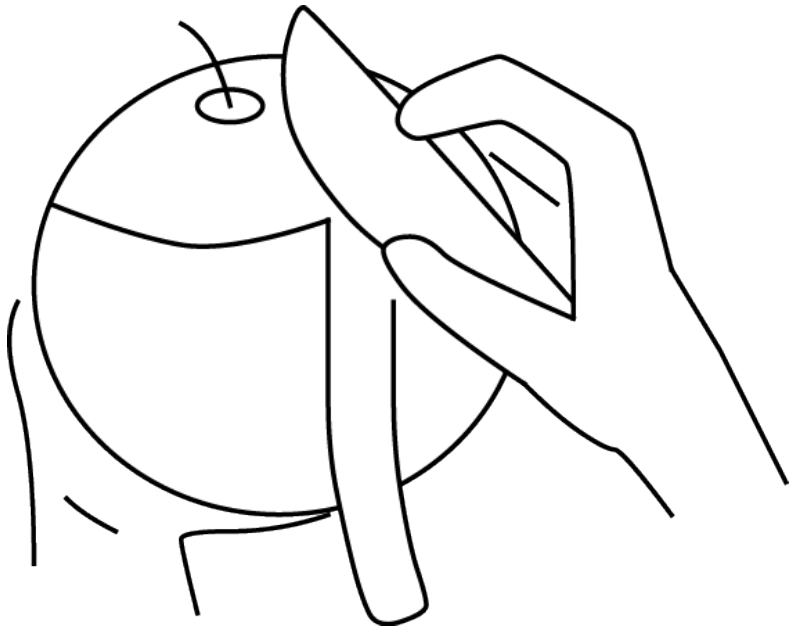
コンピュータ vs ロボット

コンピュータの知能

$$\begin{array}{r} 50052834 \\ \times\ 73104492 \end{array}$$

チューリングマシン
記号（シンボル）

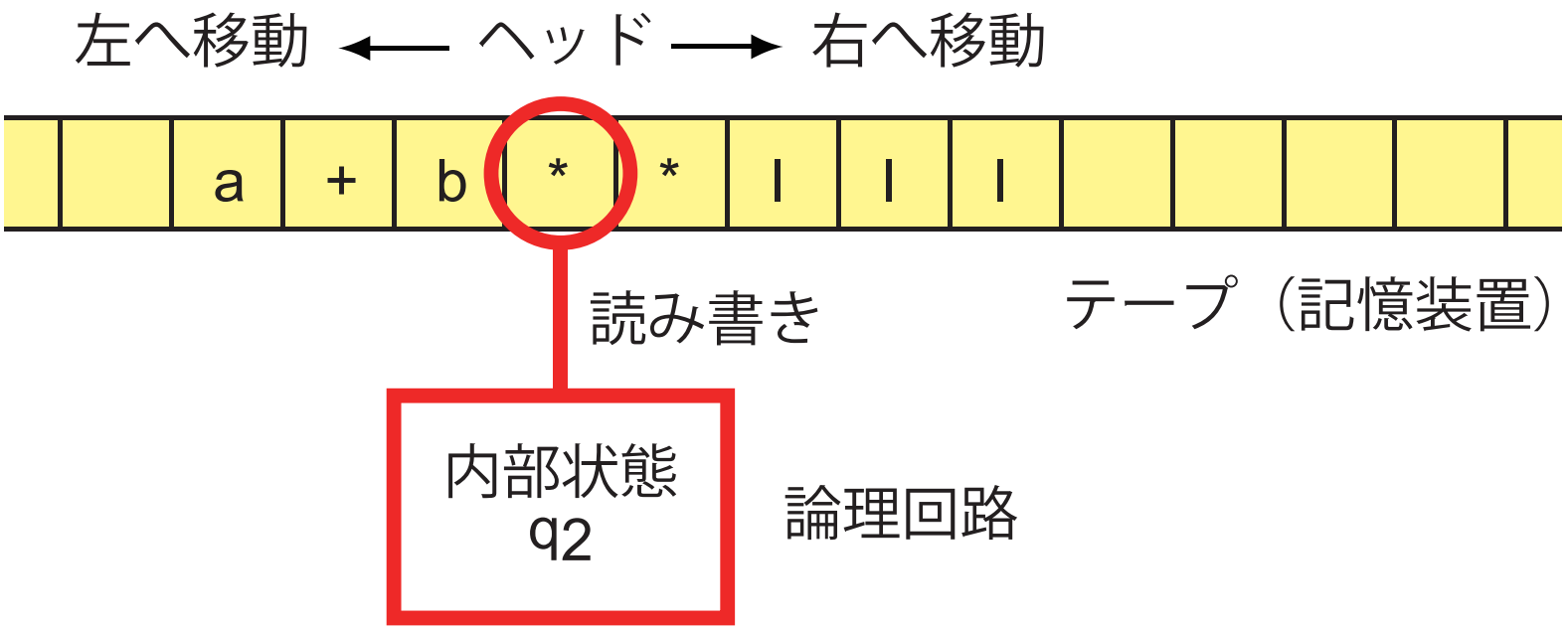
ロボットの知能



感覚と運動の結合
信号（シグナル）

チューリングマシン

コンピュータのモデルとなる仮想的な機械



チューリングマシン=コンピュータ

チューリングマシンで実現できる

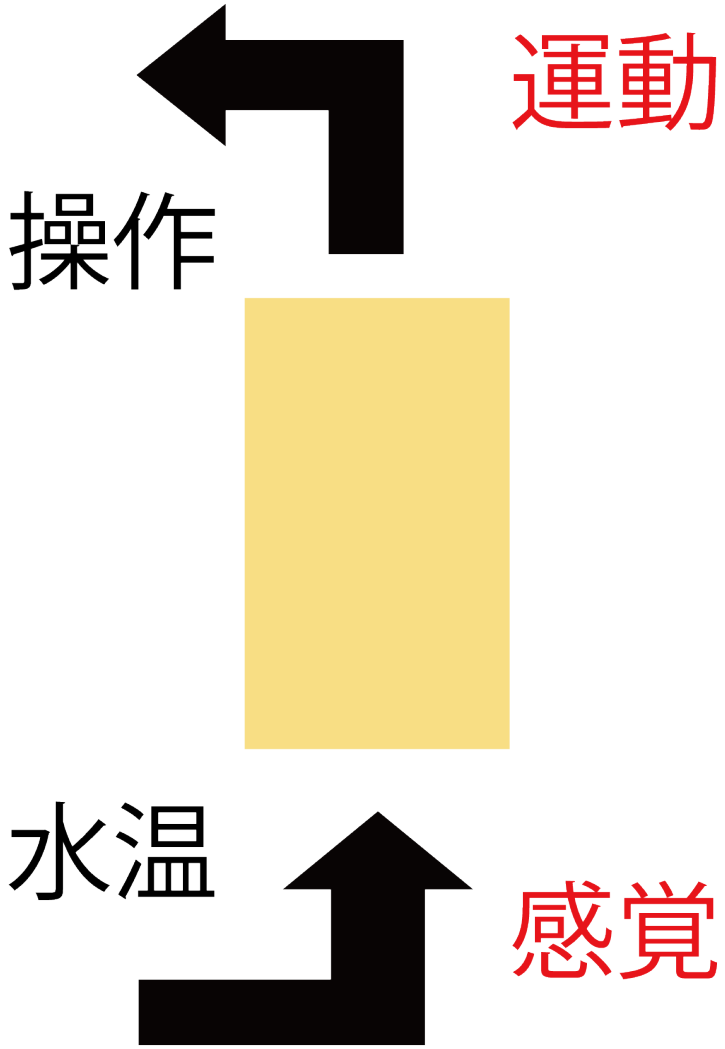
アルゴリズム
　計算，推論，記憶

チューリングマシンで実現できない

アルゴリズムが存在しない
　プログラムにバグがあるかを判定

アルゴリズムで表現が困難
　リンゴの皮を剥く

感覚と運動の結合



予定

- ロボットの知能　　1回（今日）
- チューリングマシン　　2回
- 暗号　　1回
- グラフと経路計画　　2回
- 確率的手法　　2回
- ニューラルネットワーク　　2回
- 最適化　　2回
- 物体操作　　2回

ウェブページ

http://www.ritsumei.ac.jp/~hirai/
講義　⇒　2025 年度　⇒　知能科学

http://www.ritsumei.ac.jp/~hirai/edu/2025/intelligence/intelligence-j.html

評価

レポート（moodle+R へアップロード）
レポート（MATLAB Grader）

moodle+R へのアップロード：pdf ファイルで moodle+R に提出

ファイル名：学籍番号（11 桁半角数字）名前（空白なし）.pdf
例えば　12345678901 平井慎一.pdf
　　12345678901HiraiShinichi.pdf

MATLAB Grader：PC あるいはスマートフォンで解答
MathWorks アカウントを Rainbow アカウントで作成しておく.
`https://jp.mathworks.com/mwaccount/register`

MATLAB 入門

MATLAB 入門 (日本語)
https://matlabacademy.mathworks.com/jp

MATLAB Onramp (English)
https://matlabacademy.mathworks.com/en

チューリングマシン：停止問題

停止　アルゴリズムの条件

アルゴリズム＝チューリングマシンの機能表

停止するか否かを判定するチューリングマシン

入力　チューリングマシンの機能表
出力　停止する or 停止しない

チューリングマシン：停止問題

停止　アルゴリズムの条件

アルゴリズム＝チューリングマシンの機能表

停止するか否かを判定するチューリングマシン

入力　チューリングマシンの機能表
出力　停止する or 停止しない

X　存在しない

暗号：公開鍵暗号

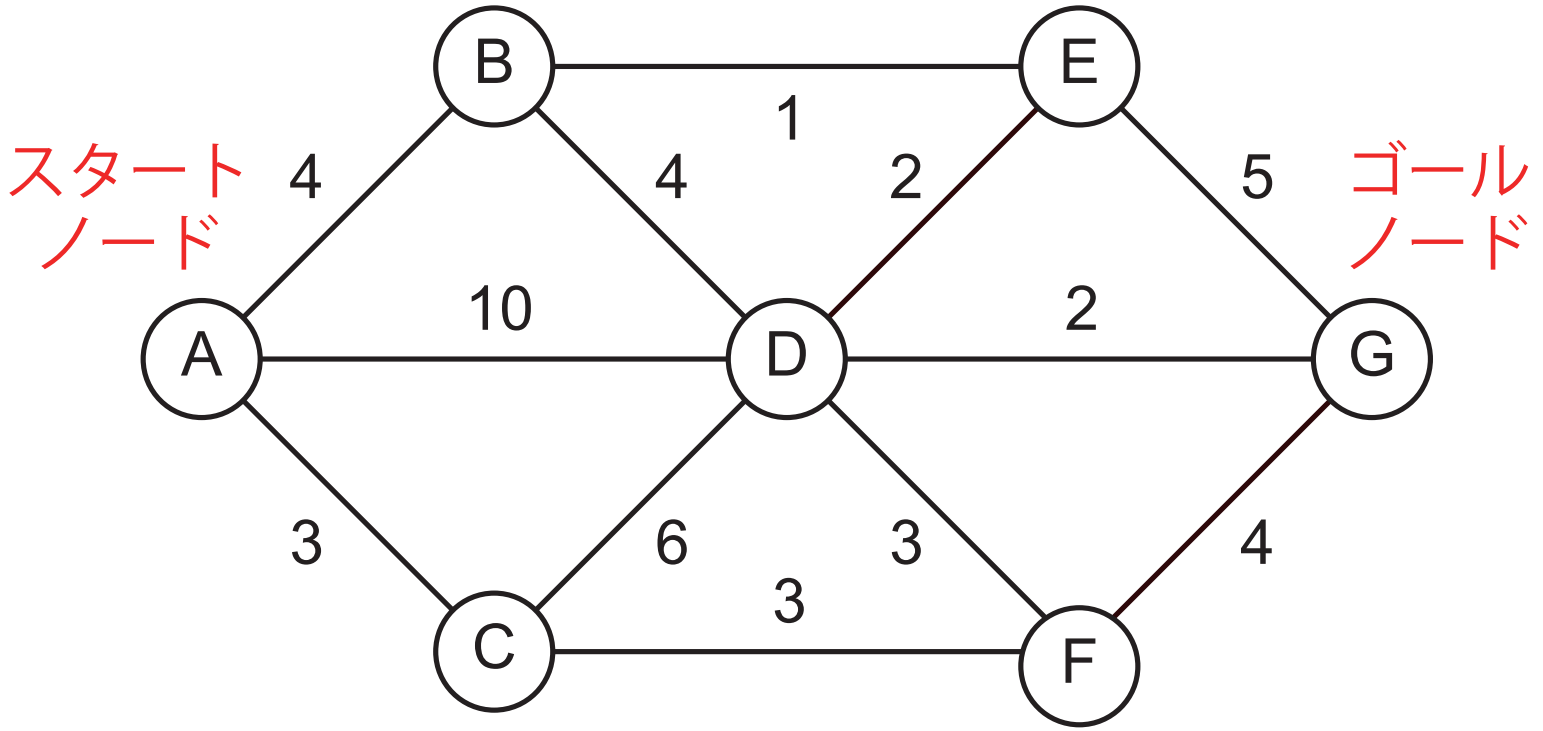
RSA 暗号

$$\text{素数 } p \text{ と } q \quad \underset{\text{素因数分解}}{\overset{\text{積}}{\rightleftharpoons}} \quad n = pq$$

積の計算：　容易
素因数分解：　困難

$$p\text{：10 桁，}\ q\text{：10 桁} \quad \underset{\text{困難}}{\overset{\text{容易}}{\rightleftharpoons}} \quad n = pq\text{：20 桁}$$

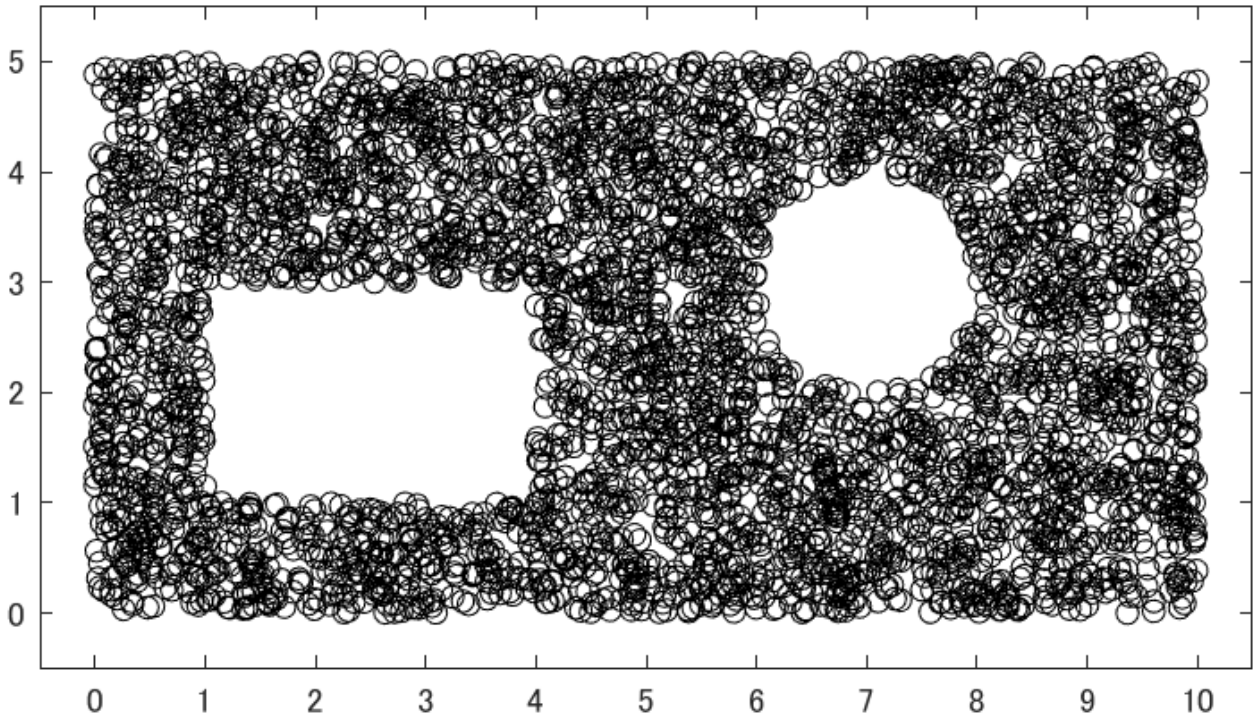
グラフと経路計画：最短経路問題



ダイクストラのアルゴリズム

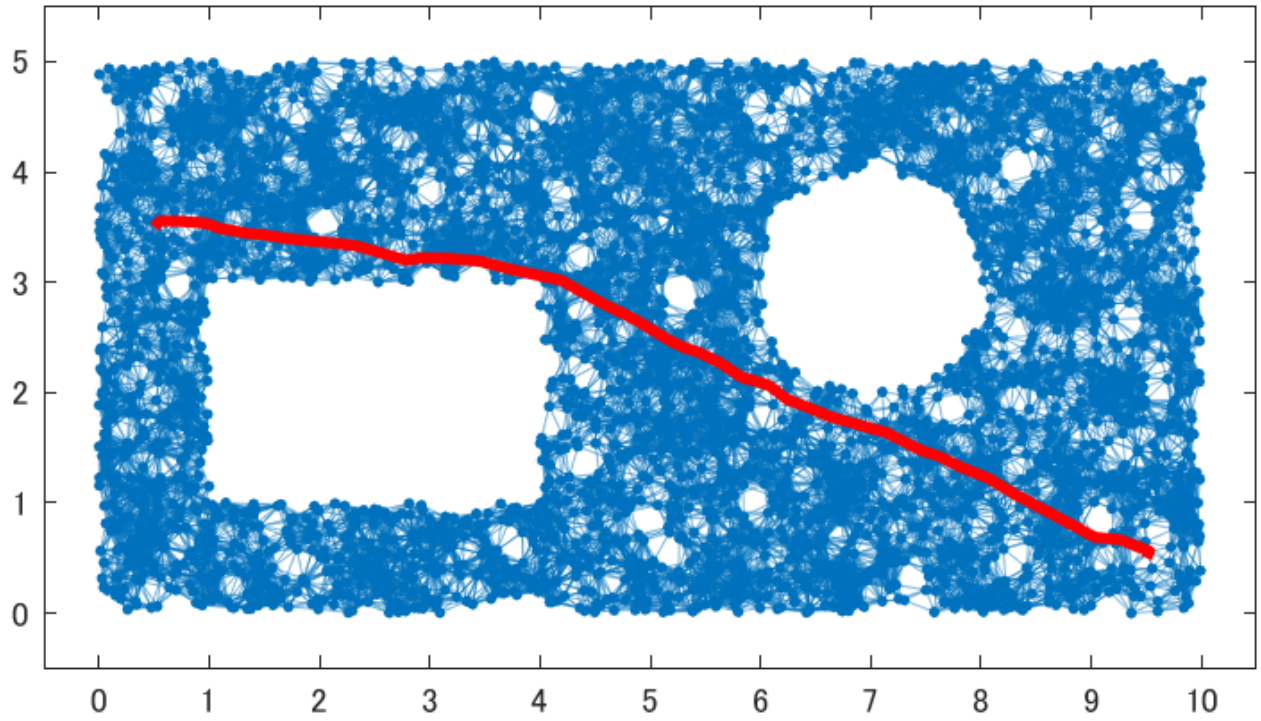
スタートノードからゴールノードに至る最短の経路を求める.

確率的手法：PRM



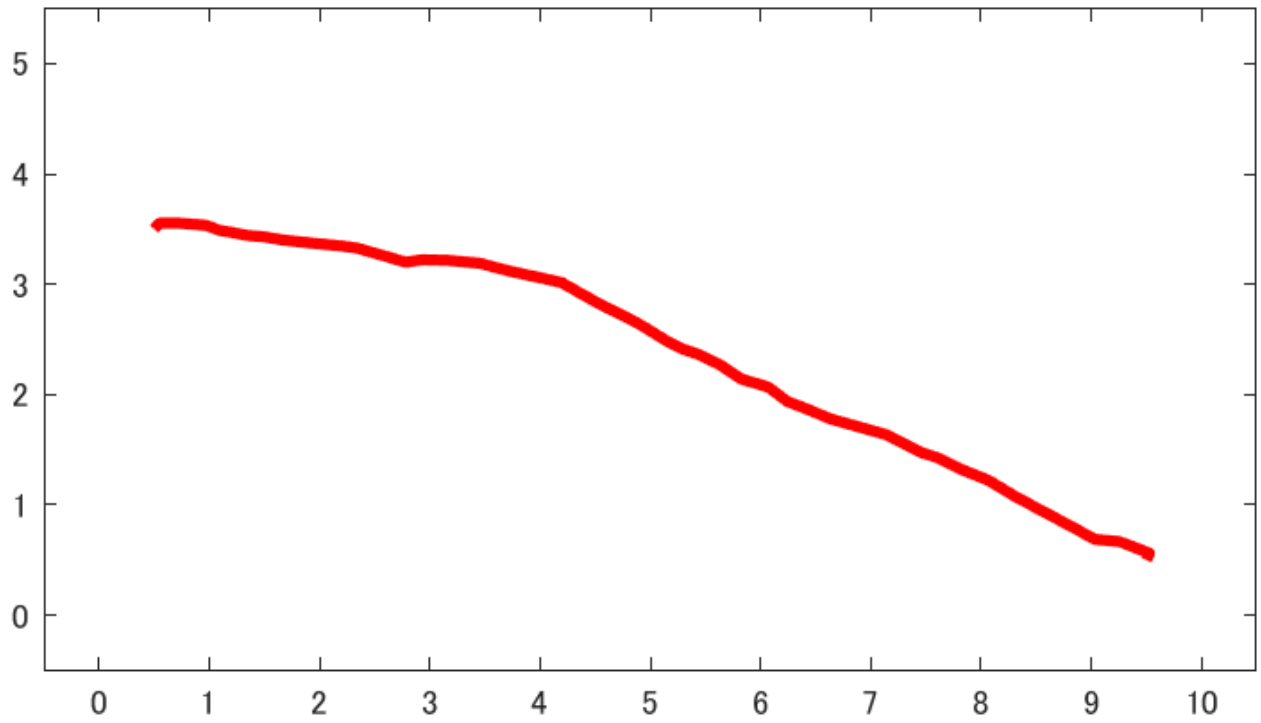
移動ロボットの経路を求める.

確率的手法：PRM



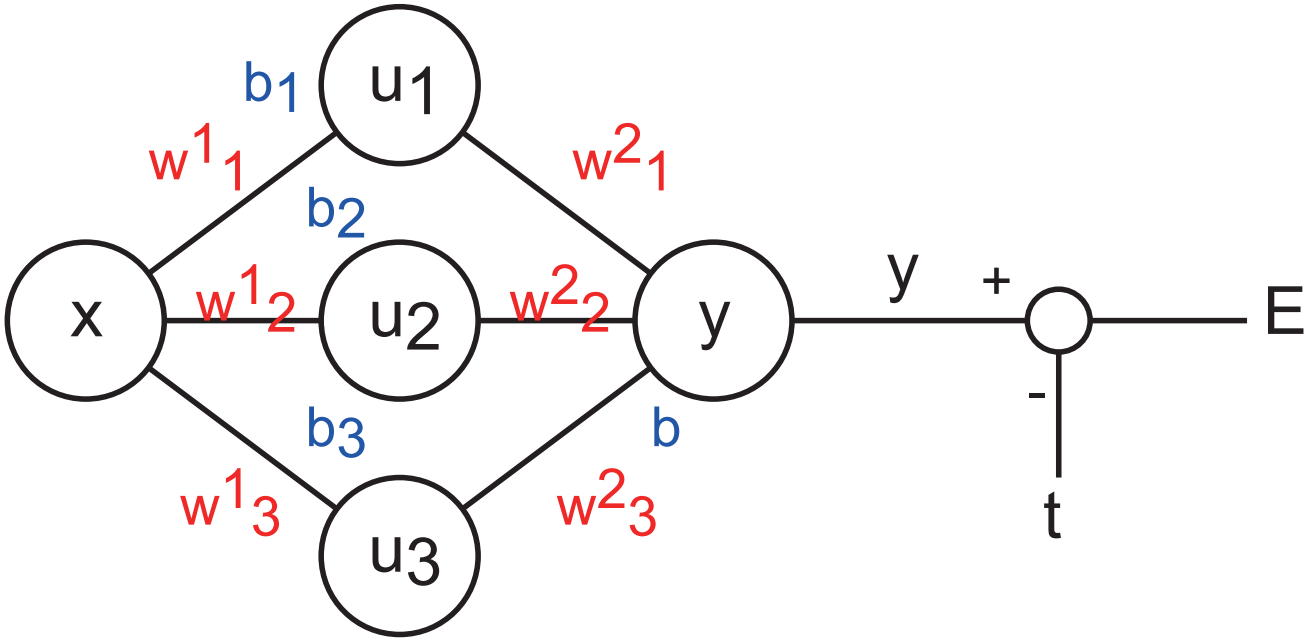
移動ロボットの経路を求める.

確率的手法：PRM



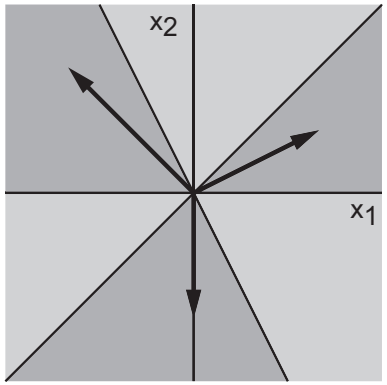
移動ロボットの経路を求める.

ニューラルネットワーク：誤差逆伝搬法



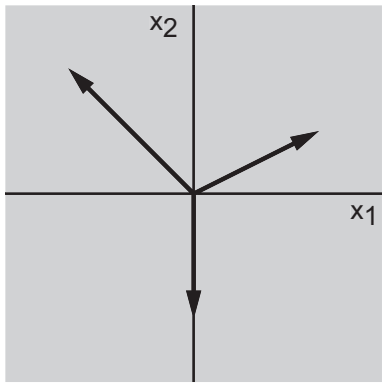
$$u_1 = \sigma(w_1^1 x + b_1)$$
$$u_2 = \sigma(w_2^1 x + b_2)$$
$$u_3 = \sigma(w_3^1 x + b_3)$$
$$y = \sigma(w_1^2 u_1 + w_2^2 u_2 + w_3^2 u_3 + b)$$

最適化：線形同次不等式

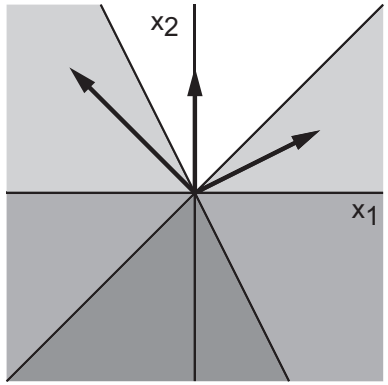


解は $\mathbf{0}$ のみ

|||

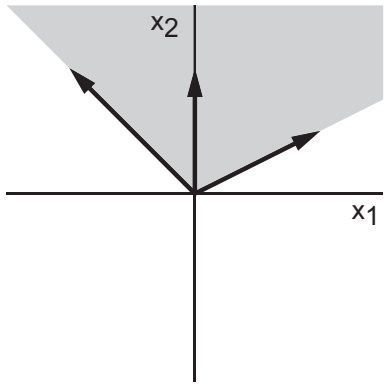


全空間をカバー



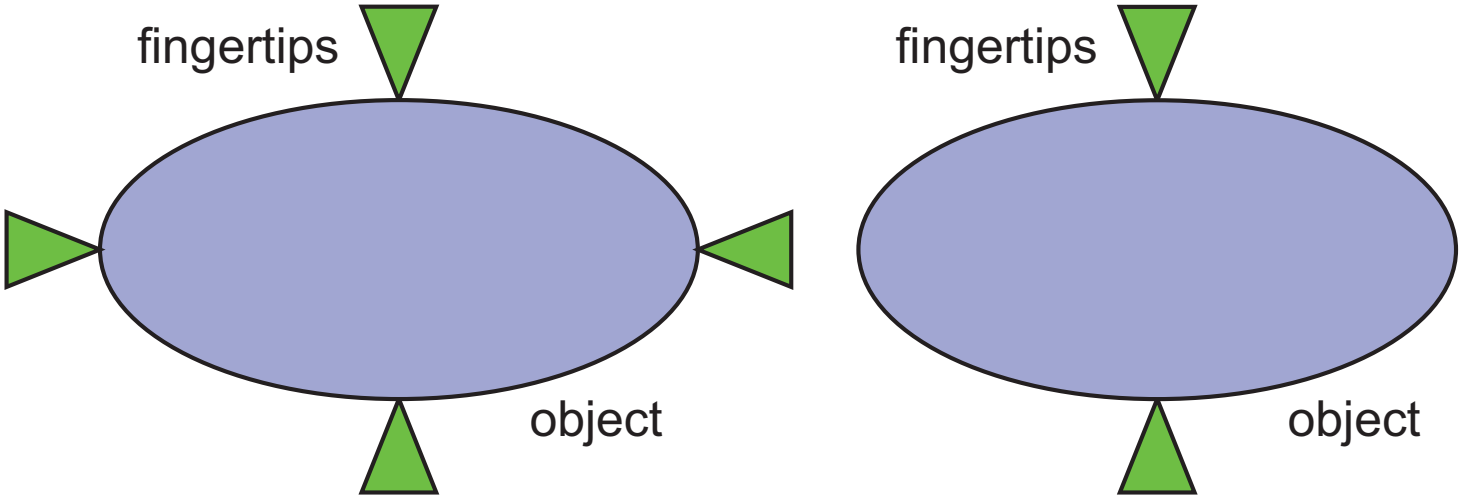
$\mathbf{0}$ 以外の解

|||



カバーしない

物体操作：把持



MATLAB とは

1. 数値計算ソフトウェア
2. 行列やベクトルを扱うことが可能
3. 常微分方程式のソルバー，最適化計算等の関数
4. 様々な分野のためのツールボックス（toolbox）
5. プログラム，対話的の双方の利用が可能

MATLAB 環境

包括ライセンス

立命館大学で MATLAB 包括ライセンスを購入
全 Toolbox 使用可能

MATLAB ソフトウェア配布

https://it.support.ritsumei.ac.jp/hc/ja

MATLAB 環境

- MATLAB 環境を自分の PC あるいはスマートフォンにインストールする
- サンプルプログラムを講義のウェブサイトで提供
- レポートの作成に使う