



画像処理・画像処理工学

長野工業高等専門学校
電子情報工学科
電気電子工学科

授業の概要

○ 授業の目的

- デジタル画像処理の基礎的な手法を学ぶ.
- 一部のアルゴリズムのプログラミングを行って実際の画像処理を体験する.

○ 教科書

- 山田 宏, 末松 良一 「画像処理と画像認識 —AI時代の画像処理入門—」 コロナ社

○ 参考書

- 奥富 正敏他「デジタル画像処理」
画像情報教育振興協会

授業の評価

- 2回のレポート課題により100点満点で評価する.
- 最終成績は, 2回のレポート課題の算術平均 (小数点以下切り捨て) で算出される.
- レポート課題の通知・提出・返却はTeamsで行う
- レポート課題の内容は第6回と第12回に通知する (シラバスに「画像処理演習」と記載)
- 各レポートの締め切りは課題提示の2週間後を予定

授業の進め方

- 講義形式を基本として、適宜演習を行う
 - 講義スライドは毎回Teamsにアップロードする
 - 講義スライドは一部穴埋め形式とする(次回から)
- Google Colaboratoryを用いた演習
 - 使用言語はPython+OpenCV
 - 授業で扱った画像処理アルゴリズムについて前で実演しながらいくつか実装してみる
 - レポート課題においては一部自力でプログラミングが必要な課題もある



コンピュータと画像処理の歴史

コンピュータの歴史

- どれが最初？

ABC (Atanasoff - Berry Computer, 1942年)

Colossus (1943年)

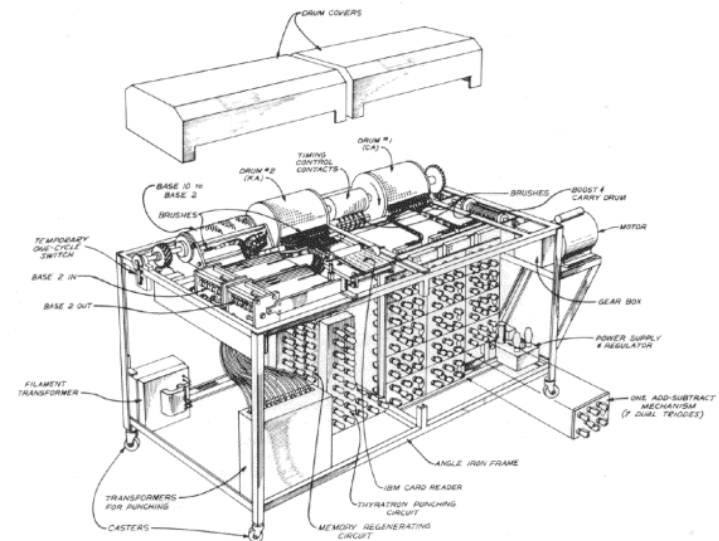
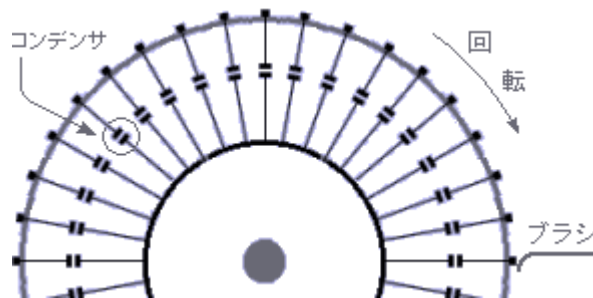
ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer, 1946年)

The Baby (SSEM: Small Scale Experimental Machine, "The Baby", 1948年)

EDSAC (Electronic delay storage automatic calculator, 1949年)

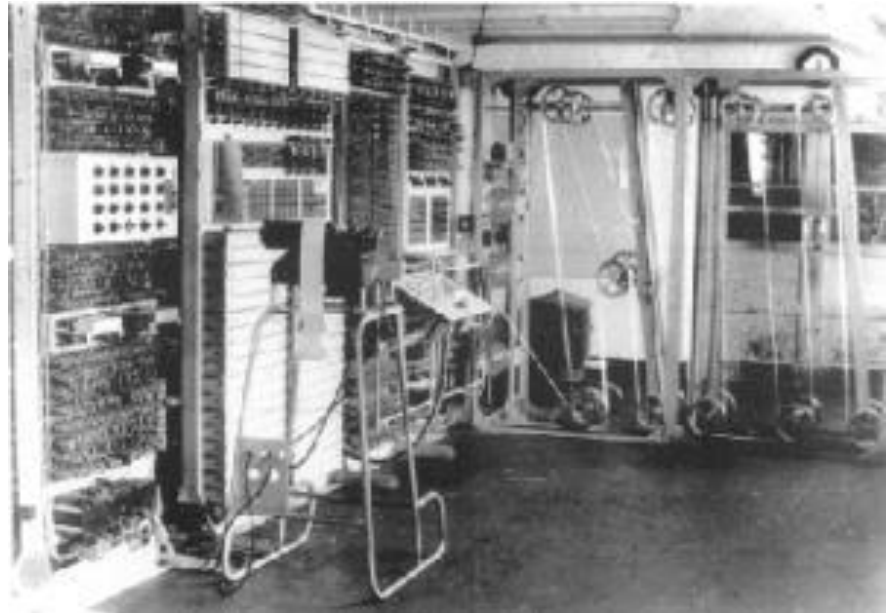
ABC (Atanasoff - Berry Computer)

- 1942年にアイオワ州立大学の
アタナソフ (John Vincent
Atanasoff) と ベリー (Clifford
Edward Berry) によって作られ
た最初の電子計算機
- 真空管は約300本
- ドラム状のコンデンサにより、
データを記憶



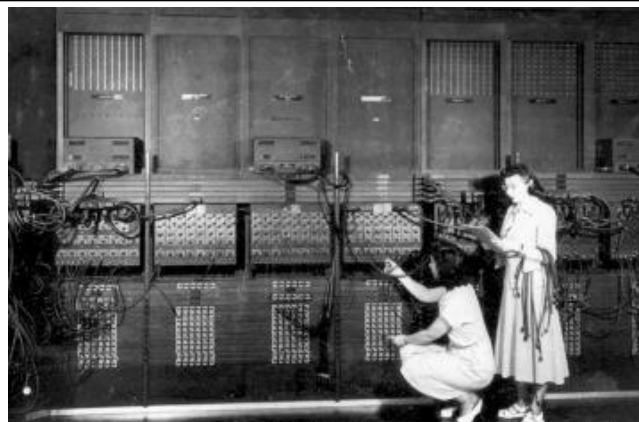
Colossus

- 1943年イギリスで作られた
- プログラムはハードウェア
- 第二次世界大戦中, ドイツ軍がヒトラーと将官, および将官の間で通信に使用していたローレンツ SZ42 暗号機の暗号を解読用
- 暗号のデータは読取速度 5,000文字／秒の紙テープリーダーから入力され, 解読された暗号はリレーによるバッファメモリを介して, タイプライタで印刷

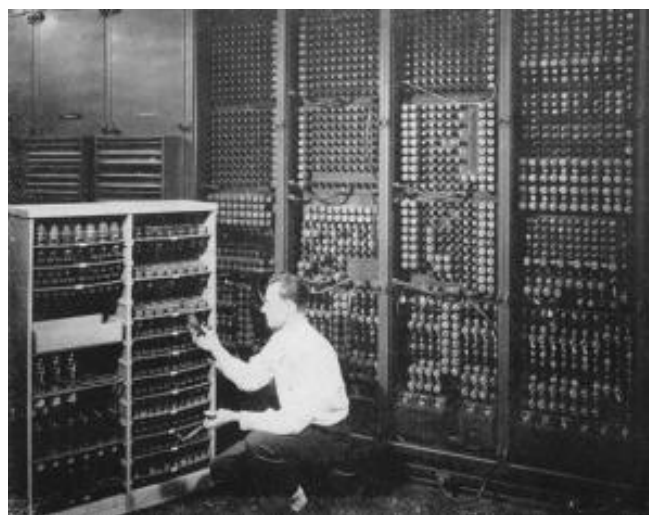


ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)

- 1946年、ペンシルバニア大学のムーア校で、モークリー (John W. Mauchly) とエッカート (John Presper Eckert) によって作られた
- 弾道計算や暗号解読といった軍事目的で開発された
- 真空管18,800本, 重量 30t, 消費電力 150kW, 床面積 100m²
- 真空管の平均寿命約2,000時間(1/10時間 (6分) に一度、真空管のどれかが故障する)



プログラム配線作業



壊れた真空管の交換作業

The Baby (SSEM: Small Scale Experimental Machine, "The Baby")

- 1948年マンチェスター大学のウィリアムス (F. Williams) と キルバーン (T. Kilburn) によって作られた
- 今日のコンピュータの基本的な構成要素を、すべて備えていた
- データとプログラムを電子的メモリに記憶し、電子的な速度で処理することができた、最初のコンピュータ
- 32 ビットマシン、演算速度1命令当り約 1.2 msec

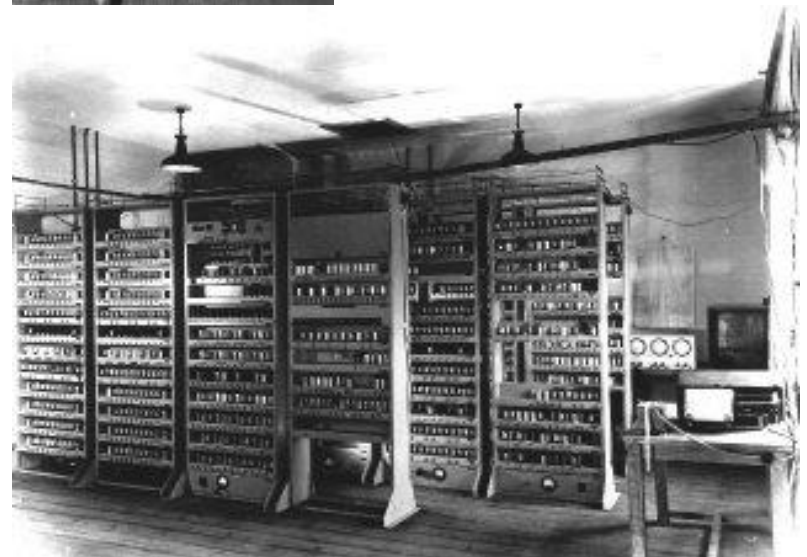







EDSAC (electronic delay storage automatic calculator)

- EDSAC は 1949年、ケンブリッジ大学のウィルクス (Maurice Vincent Wilkes) によって作られた、最初のコンピュータ
- シーケンシャルアクセスメモリ (sequential access memory) , 5 フィートの水銀管を使用, 約1KB (管の中に水銀を満たして片側から超音波のパルスを与え, 循環する超音波のパルスとしてデータを記憶)
- 実行できる命令: 平均 650回 / 秒
- 真空管3,000本, 消費電力12kW, 専有面積は 20m² (12畳の部屋)



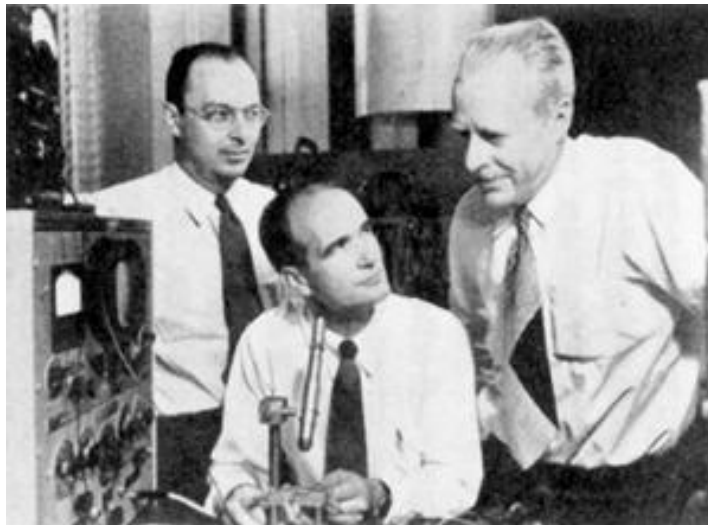
遅延線メモリ
と ウィルクス



名称	<u>ABC</u>	<u>Colossus</u>	<u>ENIAC</u>	<u>The Baby</u>	<u>EDSAC</u>
					
完成年	1942	1943	1946	1948	1949
演算素子	真空管	真空管	真空管	真空管	真空管
メモリ	コンデンサドラム	真空管	真空管	蓄積記憶管	水銀遅延線
演算方式	2進数	2進数	10進数	2進数	2進数
プログラム	ハードウェア	ハードウェア	ハードウェア	メモリに内蔵	メモリに内蔵

トランジスタの発明

- 1947年 トランジスタの発明
ショックレー, バーディン, ブラッテン(米)
ベル研究所
1956年 ノーベル物理学賞



左からバーディン, ショックレー, ブラッテン



世界初の半導体
トランジスタ

画像処理の発展

- 画像処理の幕開け(1950～1970)
 - 核物理学, 宇宙開発, 医療などの先端科学技術分野でコンピュータによる画像処理が始まる
 - 当時はまだコンピュータの処理速度と記憶容量の制限を受けていた
 - 1960年代半ば: 3次元の情景をコンピュータで解析し, 物体の形状・位置・姿勢や物体相互の位置情報などを理解させようとする試みが始まる
 - 比較的手軽なミニコンピュータとして, 研究室単位でコンピュータを設置できるようになった

画像処理の発展：工業応用

- 工業応用(1970～1990)
 - 1970年秋：日本で最初の人工知能ロボット組立図で提示されたマクロな指令を理解し、その組立図どおりに積み木を目で見て組み立てる
<https://robogaku.jp/history/integration/I-1972-1.html>
 - 1972年：ボルト締緩ロボットとプリント基板検査装置の開発
 - 1973年：目をもった50台の組立機が1台の制御用コンピュータで群制御されるという大規模なシステムの構築

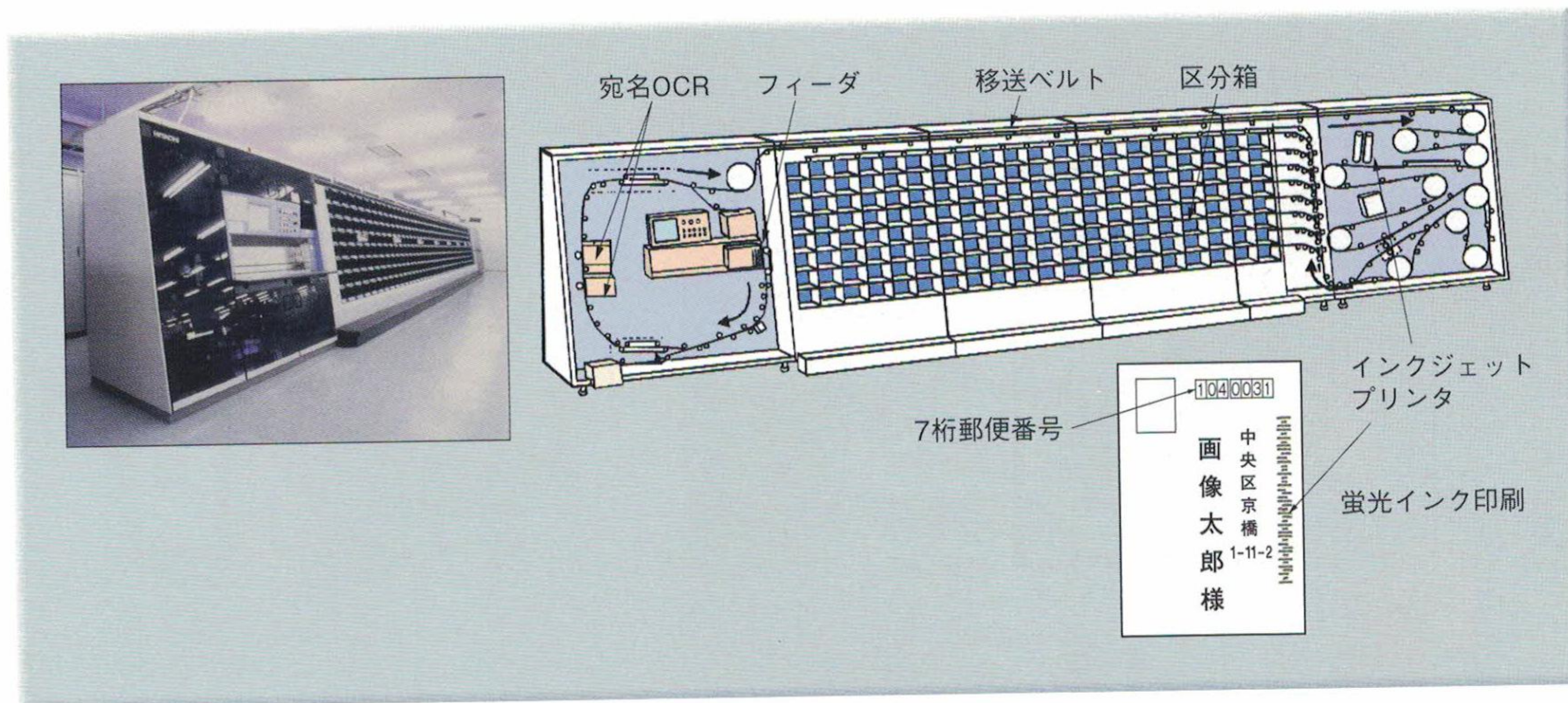
画像処理の発展：工業応用

- 工業応用(1970～1990)
 - 1980年代：マイクロプロセッサの高性能化
CCD等の固体撮像素子や画像処理用LSIが出現
汎用画像処理装置の実現
 - 工業用画像処理装置(マシンビジョン)の実現
 - 組立のための位置認識
 - 選別のための形状認識
 - 検査のための欠陥認識 など

画像処理の発展: オフィス応用

- オフィス応用(1980～2000)
 - 事務所や窓口業務の自動化を目的として、オフィス応用も進展
 - 1970年代後半: 現金自動預け払い機(ATM)
指紋照合装置(警視庁)
 - 1980年代 : 図面認識技術の発展
 - 1980年代後半: 地理情報システム(GIS)の実現
 - 1990年代後半: 郵便処理自動化のための新型
区分機の開発

新型郵便区分機

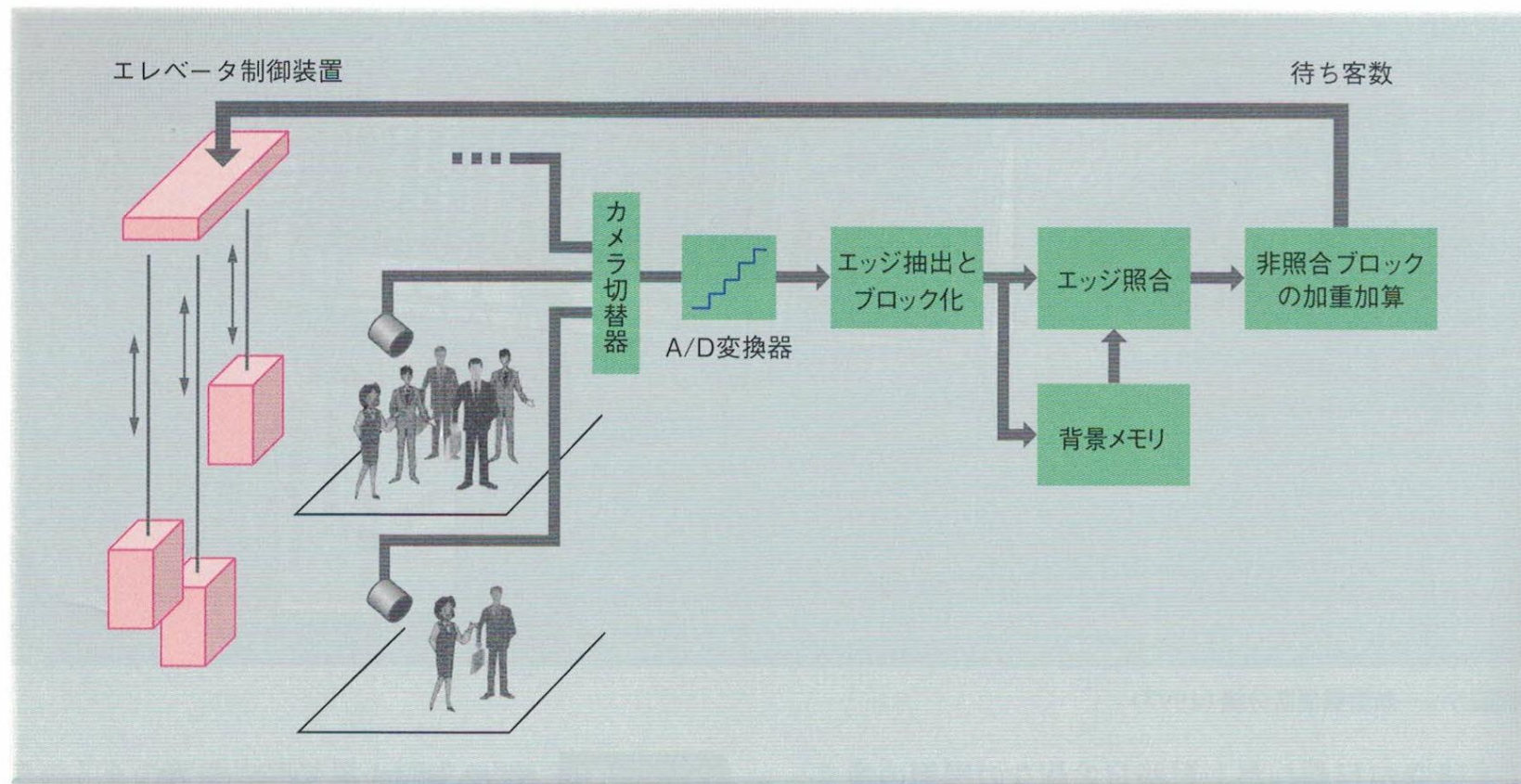


■図a.5——新型郵便区分機(1997)

画像処理の発展：その他

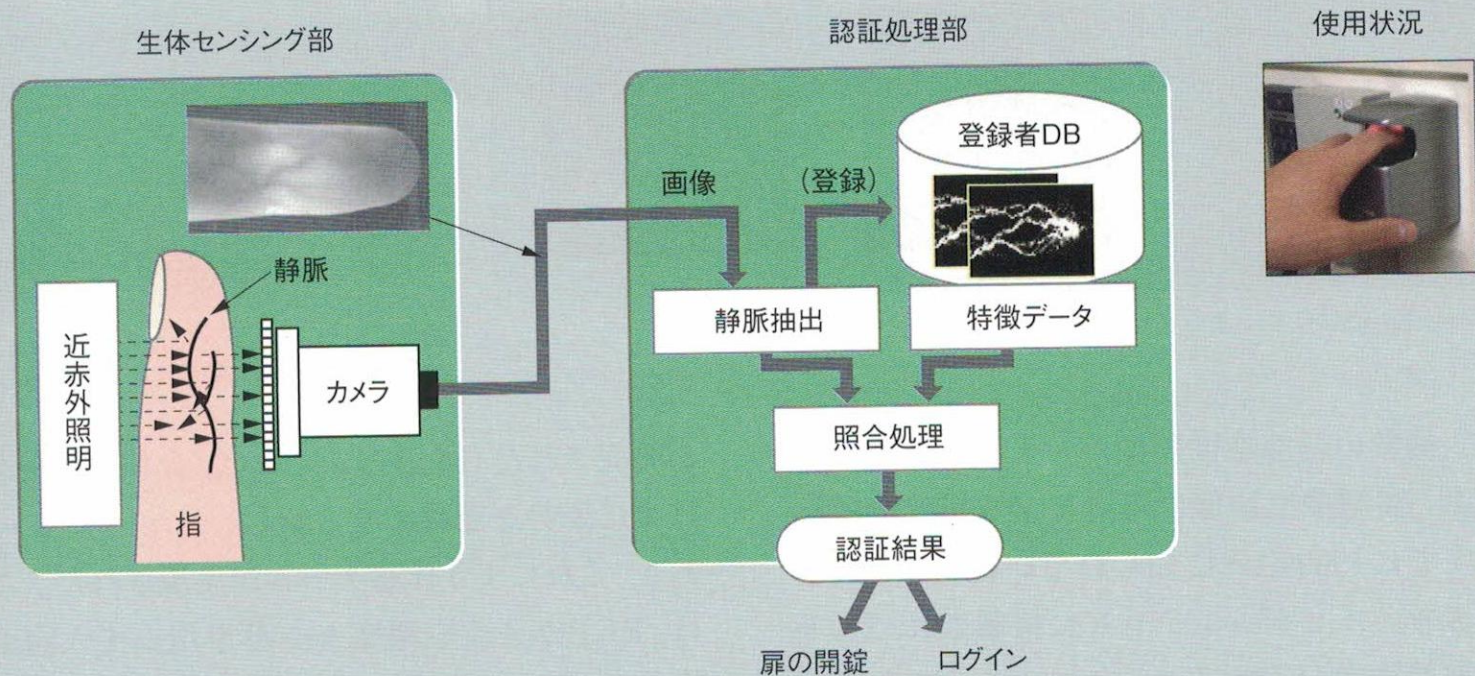
- 交通分野
 - 1977年：エレベータの群制御システム
 - 車種認識，駐車場での空車状況認識などへ
- 医療応用
 - 生体情報の可視化，画像の鮮明化を中心に発展
超音波・放射線イメージング，CT・MRIなど
 - 遠隔医療のための画像診断システム
- その他
 - 1990年代：美術品などのデジタルアーカイブ
 - 2000年 ：指の静脈パターンを用いた個人認証

画像処理によるエレベータの群制御



■図a.6——画像処理によるエレベータの群制御（1977）

指の静脈パターンを用いた個人認証



■図a.8——指の静脈パターンを用いた個人認証（2000）

最近の動向

- 産業応用：製品の外観検査（マシンビジョン）
 - 株式会社キーエンス, 「外観検査.com」
<https://www.keyence.co.jp/ss/products/vision/visual-inspection/method/sensor.jsp>
- 社会応用：顔認証・指紋認証
 - キヤノン株式会社, 「多様な撮影環境でも人物を認証。AIで「顔」を見分ける映像解析技術 顔認証技術」
<https://global.canon/ja/technology/facial-recognition2022.html>
- 社会応用：物体認識
 - 日本電気株式会社(NEC), 「人とともに未来を創る最新のAI技術 あらゆる小売商品を認識可能にする多種物体認識技術」
<https://jpn.nec.com/techrep/journal/g19/n01/190118.html>



画像処理の定義

人間の視覚機能

- 人間の眼は、角膜と水晶体の2枚の凸レンズにより構成される
- 眼球内に入射した光は、網膜内の視細胞で吸収され電気信号に変換される

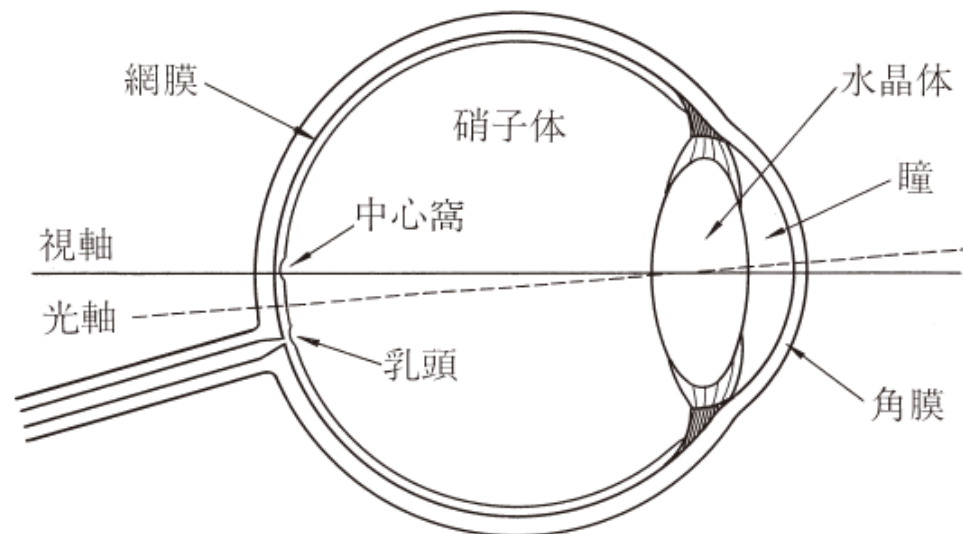


図 1.1 人の目の水平断面図

人間の視覚機能

- 網膜からの信号は, 脳で処理される
- 一次視覚野→二次視覚野と高次の視覚野へと順番に処理が進み物体などの認識が行われる
- その処理方法の詳細は未解明の部分が多い

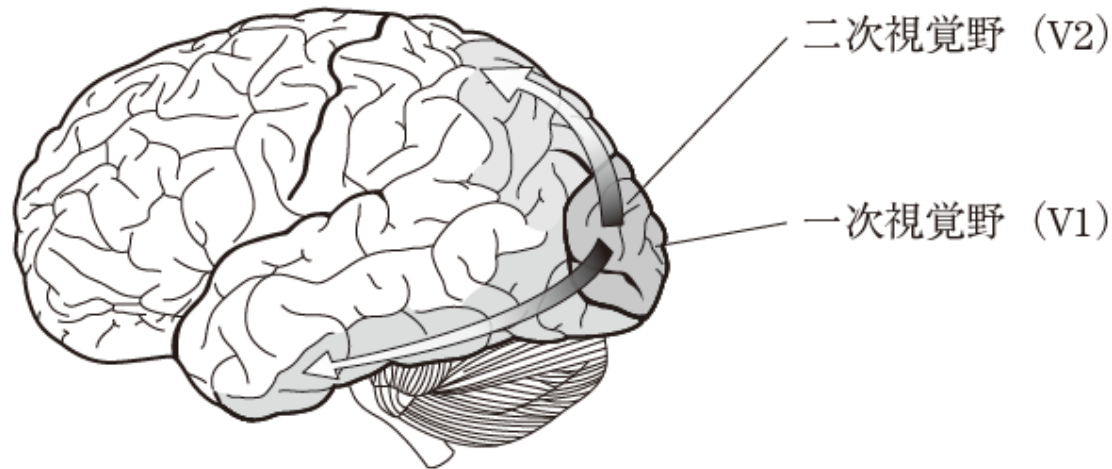


図 1.2 大脳皮質における視覚経路

画像と画像処理

○ 画像

- 2次元空間における光の分布を表したものの
- 2次元的な広がりのある情報を表現できるメディア

○ 画像処理

- 画像に対して, 加工や伝送, 計測, 認識等の処理を行うこと

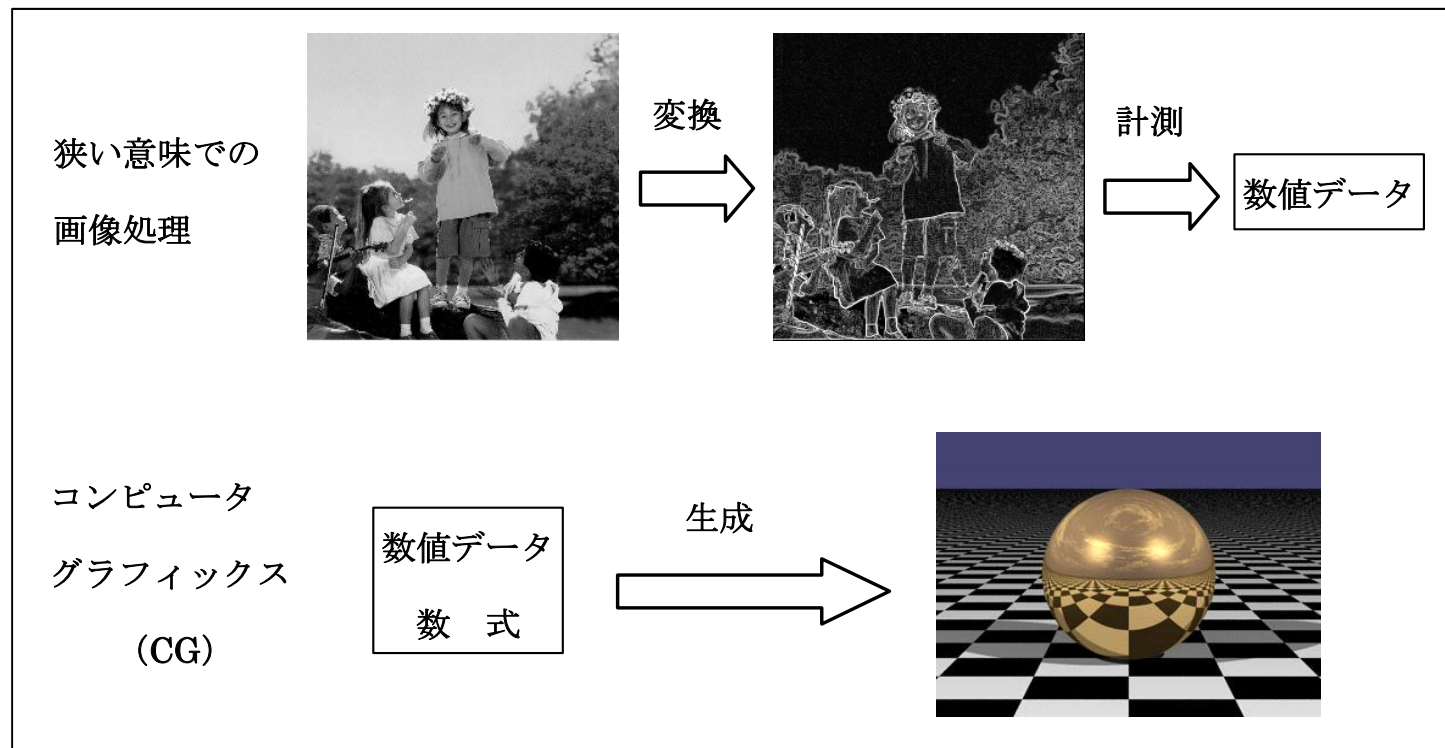
コンピュータを使って 画像処理を行うことのメリット

1. 目視で行われていた作業の自動化
 - 例：製品の品質検査など
 - コンピュータは疲れない
2. 処理の客観性や再現性の担保
 - 作業者のコンディション・個人差に依存しない
3. 人間の目では見ることができない画像を扱うことができる
 - 赤外線サーモグラフィ、X線写真、CT画像など

画像処理とコンピュータグラフィックス

- コンピュータで画像を扱うことから, CGは広い意味で画像処理に含まれる

広い意味での画像処理



ビジョンシステム

1. マシンビジョン(machine vision)

- 検査や組立, 選別などの作業や自律移動を行うロボットの目として画像処理を用いる
- 処理速度・精度・価格等が重要

2. コンピュータビジョン(computer vision)

- 一般的な情景の理解・解析や3次元情報の復元
- 人間の視覚と同等の機能をコンピュータ上に実現
- 物体認識や画像理解などの人工知能(AI)の分野との関連の深い研究分野

AIと画像処理

- AI(Artificial intelligence): 人工知能
 - コンピュータにより, 推論, 認識, 判断などの人間と同様の知能を人工的に実現させようとする技術
- 3つの研究段階
 1. 推論と探索: トイプロブレム
 2. ルールベース: エキスパートシステム
 3. 現在は, 機械学習を用いた画像認識が主流

AIと画像処理

- 現在は、機械学習を用いた画像認識が主流
 - ビックデータが比較的容易に入手可能
 - コンピュータに多くのデータを入力して学習させた後、未知の例について推論させる

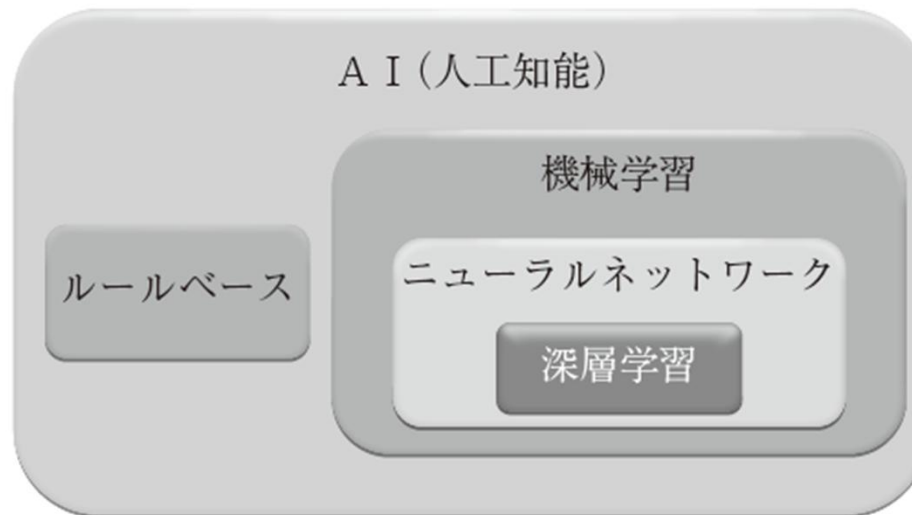


図 1.3 AI の分類

画像処理の流れ

- 自然画像などのアナログ画像をA/D変換してデジタル情報とする
- このデジタル化した情報をコンピュータにより、数値演算、画像処理、画像データの蓄積を行う
- 必要に応じて、演算結果を利用したり、中間画像、変換した画像を表示したりする

