

広島県産業科学技術研究所
情報・知能分野研究開発プロジェクト

リアルタイム物体・空間認識 システムの開発

プロジェクトリーダー 岩田 穆
(広島大学)

2003 年

プロジェクトの構成

メンバー: 広島大学大学院先端科学研究科
広島県産業科学技術研究所
広島県立西部工業技術センター
日本システムデザイン(株)
ローツエ(株)
(株)サタケ
シャープ(株)

委託研究 広島大学理学研究科
鹿児島大学工学部

プロジェクトの概要

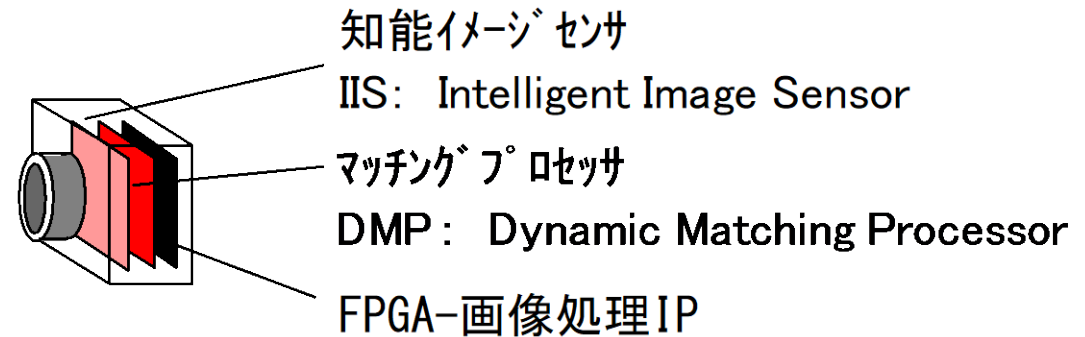
リアルタイムの物体および空間認識機能を持つ高度な情報処理システムを実現し、将来の情報化社会と産業の発展に貢献する。

物体認識処理アルゴリズム
画像処理IPの開発

リアルタイム認識チップ開発

プロトタイプシステム開発

将来技術の探索研究



AGV, 自走ロボットビジョン, 検査装置

生産・管理システム

福祉、障害者援護

情報システム

自動搬送車

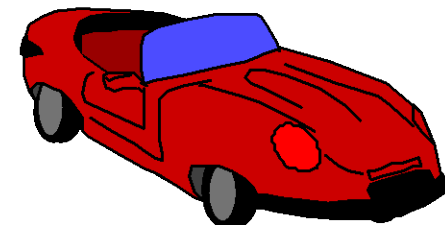
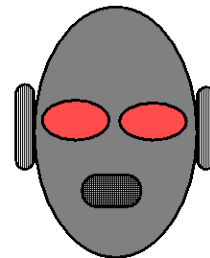
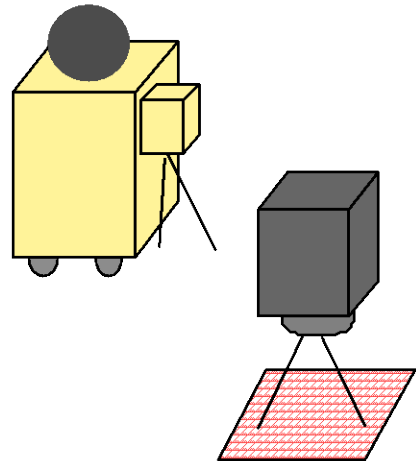
人間型ロボット

交通安全

自走ロボット

検査システム

監視システム



認識アルゴリズムと画像処理IPの開発

画像処理IPの開発

濃淡画像処理IPを評価.

FPGAに実装して性能評価, IP評価ボード作成

画像処理IP応用技術の確立

画像処理IPを適用して, 最適アルゴリズムを実装した
検査システム構成技術, 応用システム開発.

空間認識アルゴリズムの高度化

鹿児島大学と共同研究

オプティカルフローを用いた物体認識アルゴリズム

既存の計算機と全く異なる動作原理と画像処理・パターン認識への
量子計算の新しい応用の探索

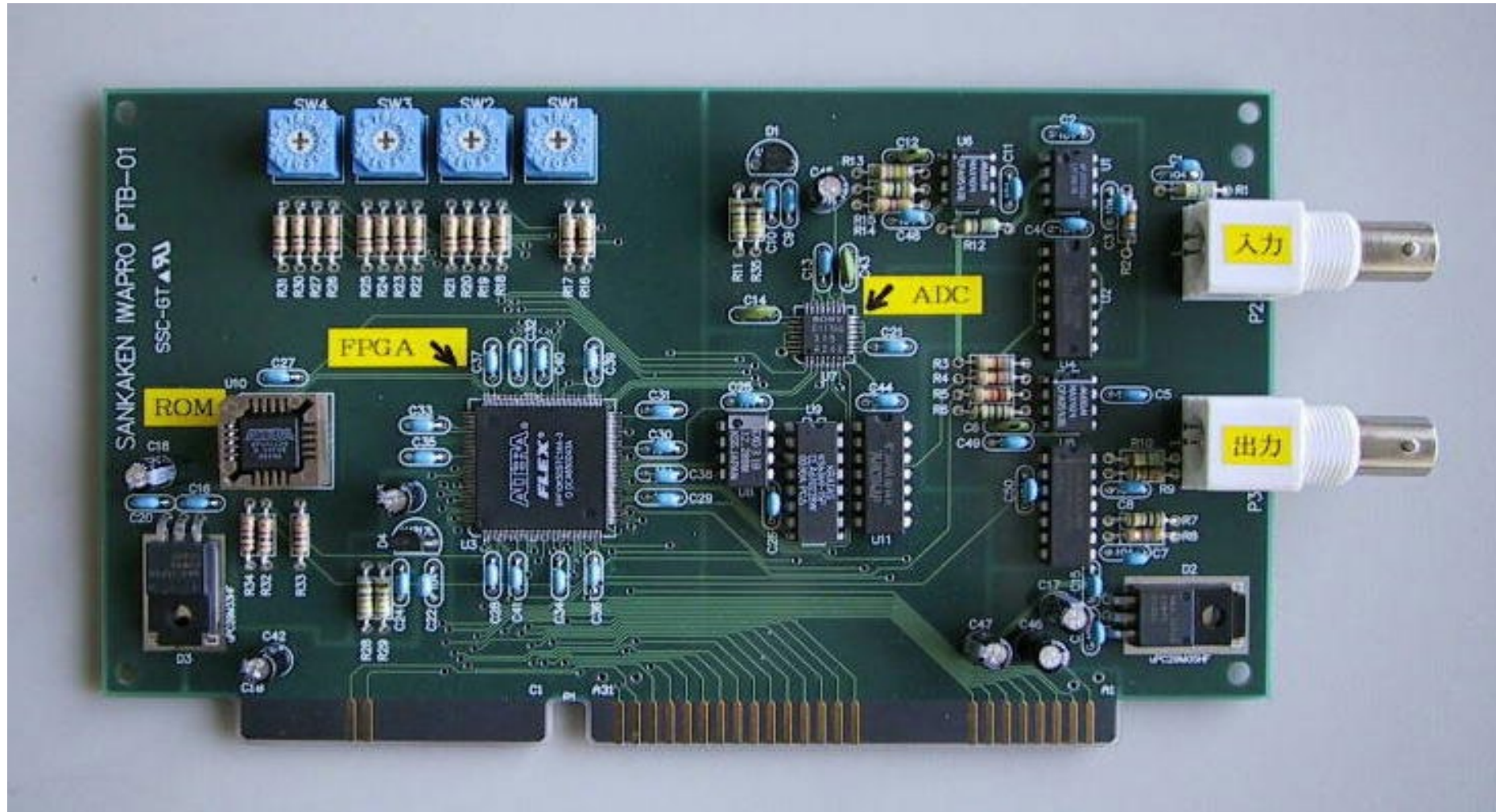
広島大学理学研究科

多値画像処理IP

- | | |
|-----------------|-----------------------------------|
| 1. TOP_GRAY | トップモジュール |
| 2. Dilate-Erode | 膨張・収縮 |
| 3. Labeling | ラベリング |
| 4. Levelconv | 階調変換 |
| 5. Spacefilter | 3x3空間フィルタ |
| 6. Edgefilter | 3x3差分型エッジ検出フィルタ |
| 7. Ope2Image | 画像間演算(加算、減算、比較) |
| 8. Rotation | アフィン変換(回転) |
| 9. DAREA | 面積Sを計算 |
| 10. DGRAV | $\sum X, \sum Y$ を計算 |
| 11. DFILLET | X,Y座標の最大値、最小値を計算 |
| 12. DELLIPS | $\sum X^2, \sum XY, \sum Y^2$ を計算 |
- (9~12: 複数の2値化画像)

濃淡画像処理IP

1. トップモジュール
2. 膨張・収縮
3. ラベリング
4. 階調変換
5. 3x3空間フィルタ
6. 3x3差分型エッジ検出フィルタ
7. 画像間演算(加算、減算、比較)
8. アフィン変換(回転)
9. 面積 S を計算
10. $\sum X, \sum Y$ を計算
11. X, Y 座標の最大値、最小値を計算
12. $\sum X^2, \sum XY, \sum Y^2$ を計算
(9~12: 複数の2値化画像)
13. 抵抗ヒューズネットワーク



画像処理IP評価ボードの外観

画像処理IP応用システム 穀粒判別器

食糧庁仕様で、米穀類の品位を判別。従来は目視で検査
機械化/民間移行のため、高信頼、高速、低コスト、小型化が要請



知能イメージセンサ (IIS) の開発

目標 IIS-1: 高速イメージセンサの完成, 実用化,
IIS-2: 広ダイナミックレンジイメージセンサを設計. 試作
(自走ロボット用ビジョンチップ)

IIS-1 2次試作チップを測定し, 1000フレーム/秒の高速性を達成.
AGV用ビジョンボードに搭載して, 高速性の効果確認.

IIS-2 , 当初計画の高機能型を見直し,
広ダイナミックレンジイメージセンサ開発に変更.
画素数128 × 128以上, ダイナミックレンジ100dB以上
浮動小数点処理によりレンジ拡大する回路構成考案
このようなセンサは研究はまだない. **特許出願**

照明の反射で明るい部分と影の暗い部分を同時に撮像可能.
照明条件の緩和が可能, 自動車など激しい明暗の変化に対応

高速版イメージセンサIIS-1の設計と試作

自動搬送車 (Automatic Guided Vehicle:AGV) にターゲットを絞った、
高速CMOSイメージセンサ (IIS-V1)

1msの高速ループで高精度制御とローコスト構成

AVG用のイメージセンサはない、

CMOSセンサや個別光検出器を差別化可能

仕様：画素数 32×8 ，エッジ検出機能，雑音除去機能，デジタル出力

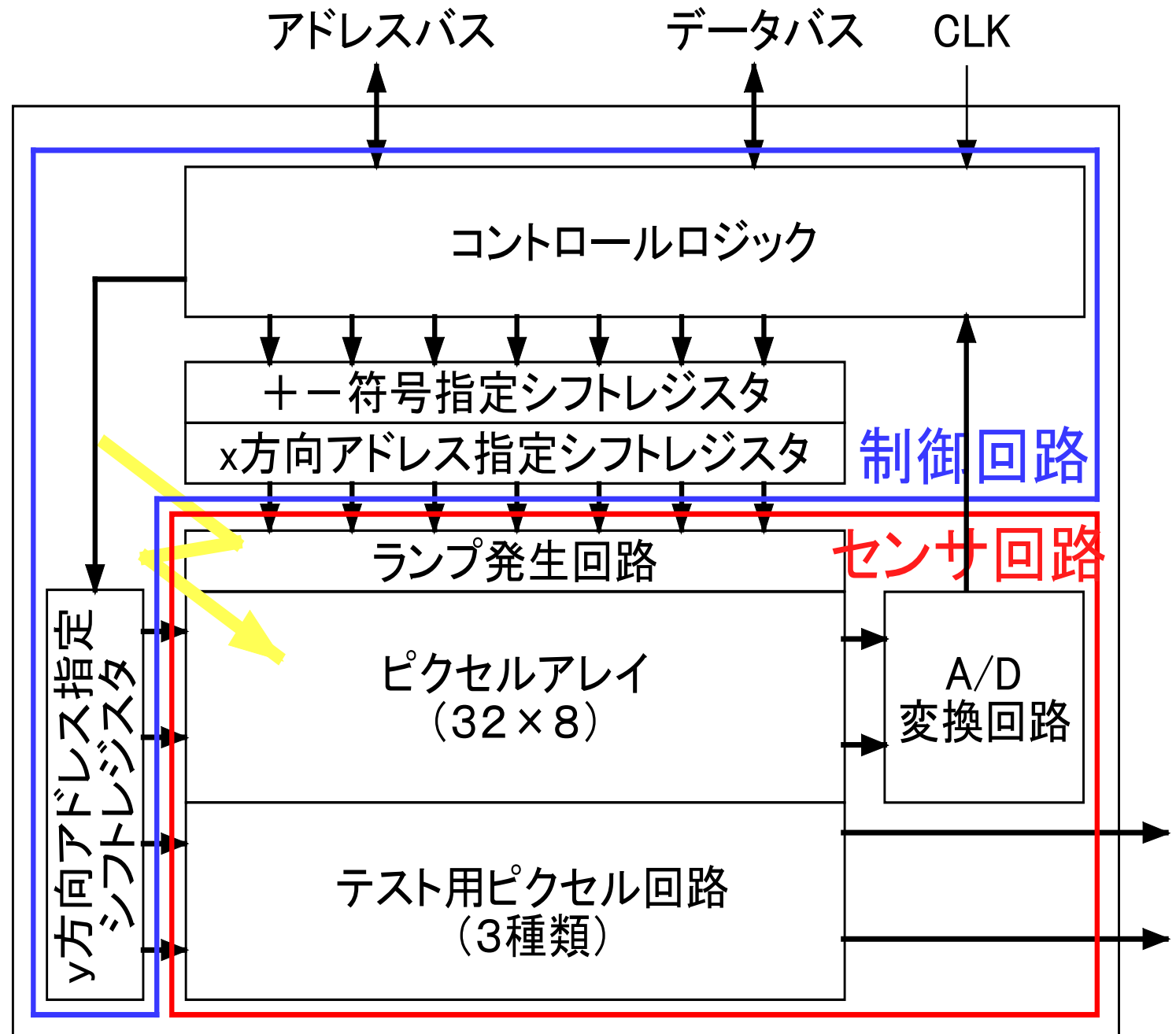
回路技術：パルス変調信号によるアナデジ融合回路による

並列積和演算とAD変換器を8個搭載。

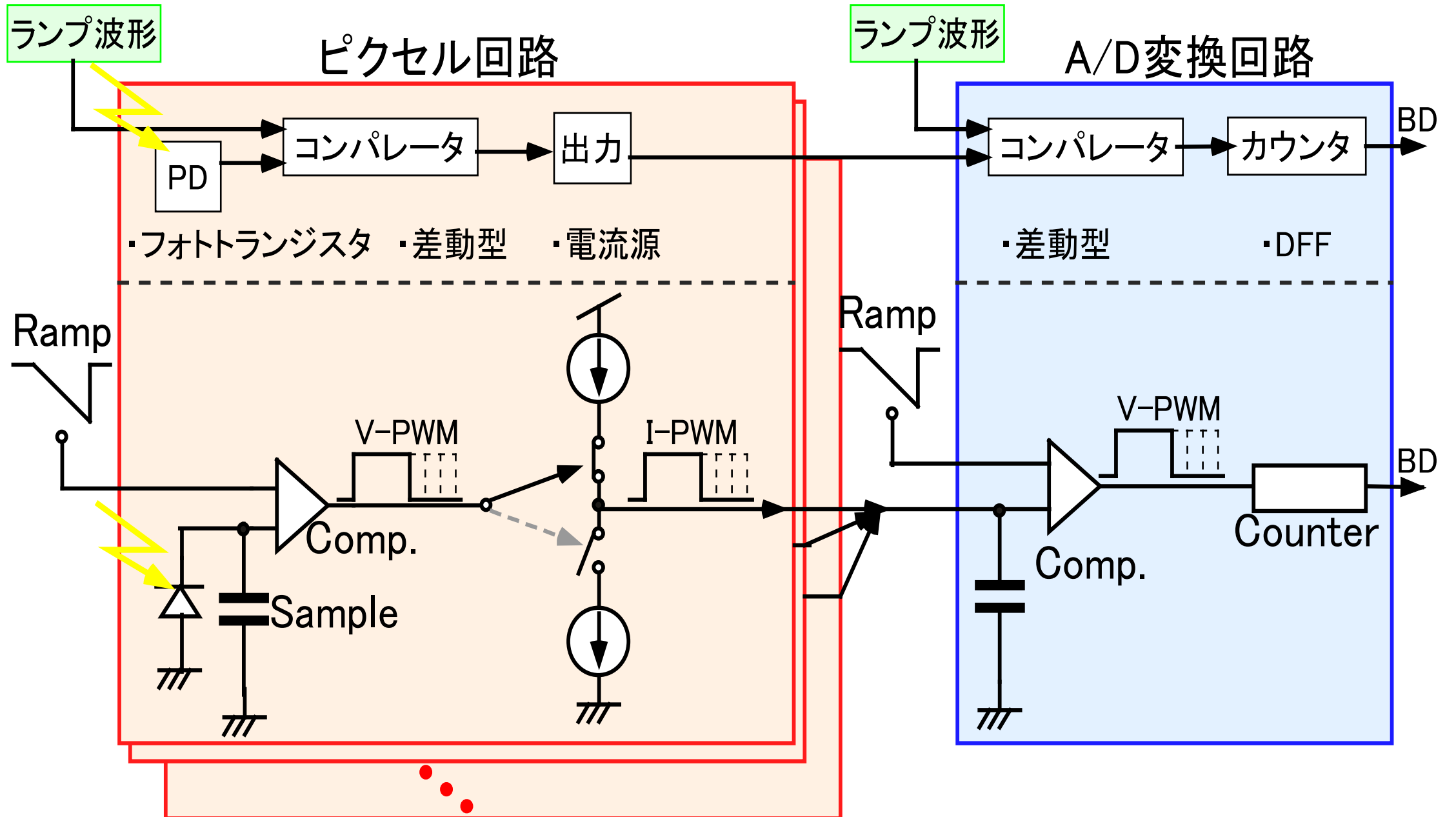
イメージセンサIIS-1のブロック構成

機能:

1ms画像取り込み、
エッジ検出
AD変換器
CPU-I/F



センサ回路の構成



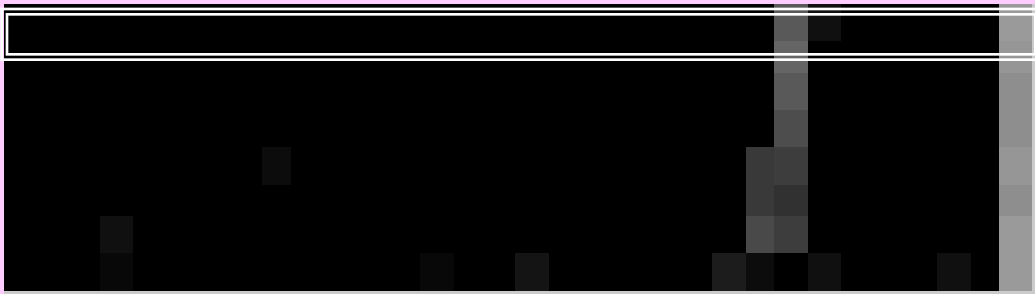
読み出し結果



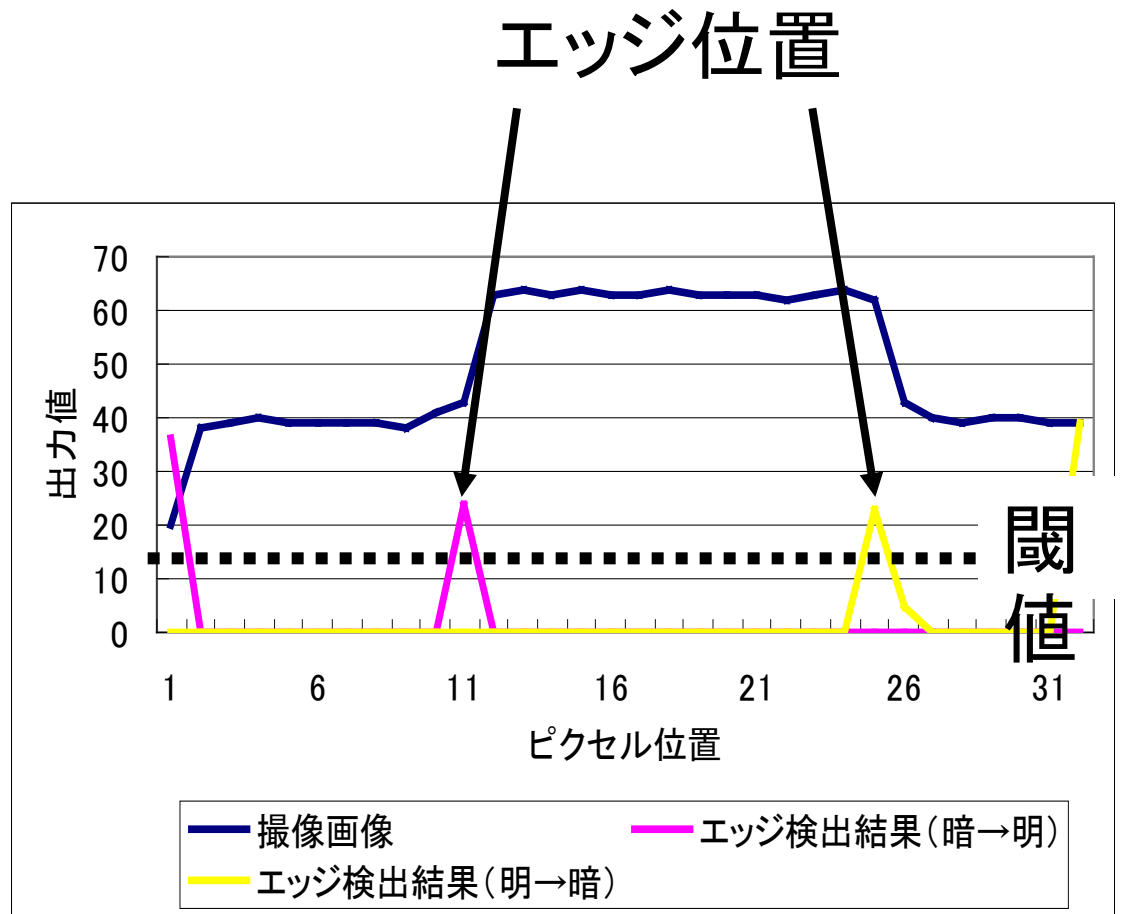
撮像画像



エッジ検出結果(暗→明)



エッジ検出結果(明→暗)

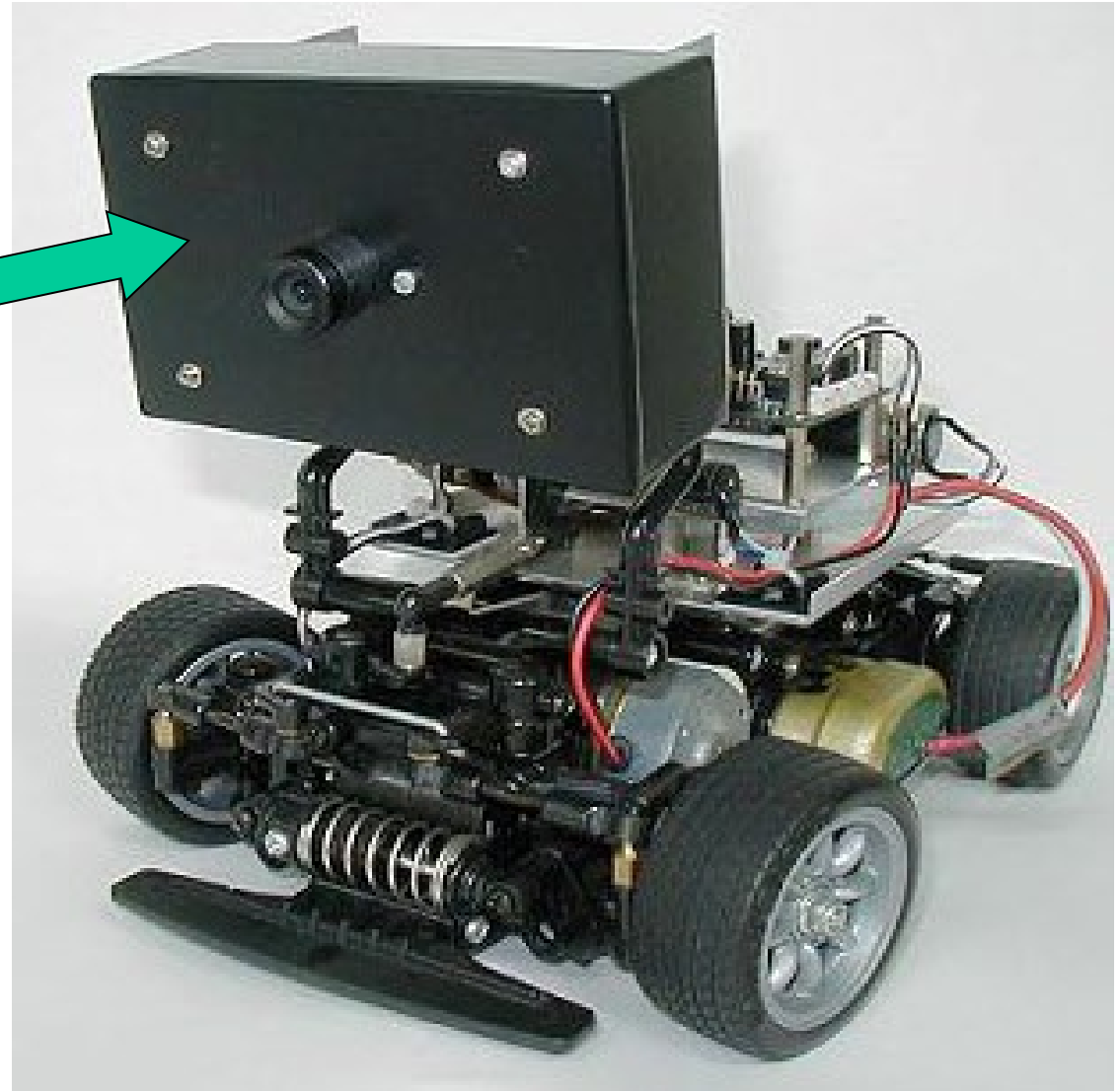


1行目の出力データ

出力データを閾値処理することでエッジの位置を検出することが可能

IIS-1を搭載した高速ライトレーサ

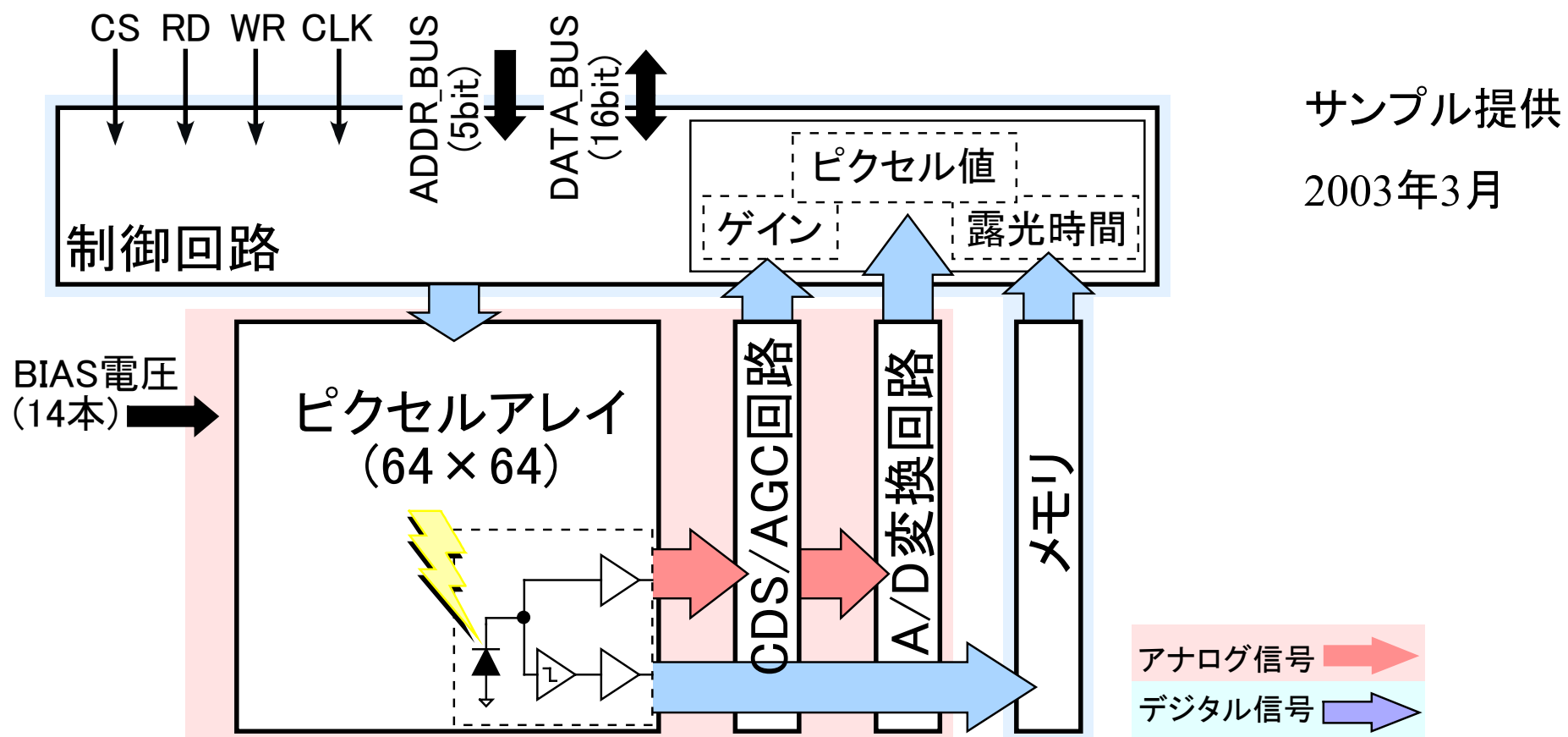
IIS-1 カメラボード



ロボコンに出場

広ダイナミックレンジイメージセンサ (IIS-2)

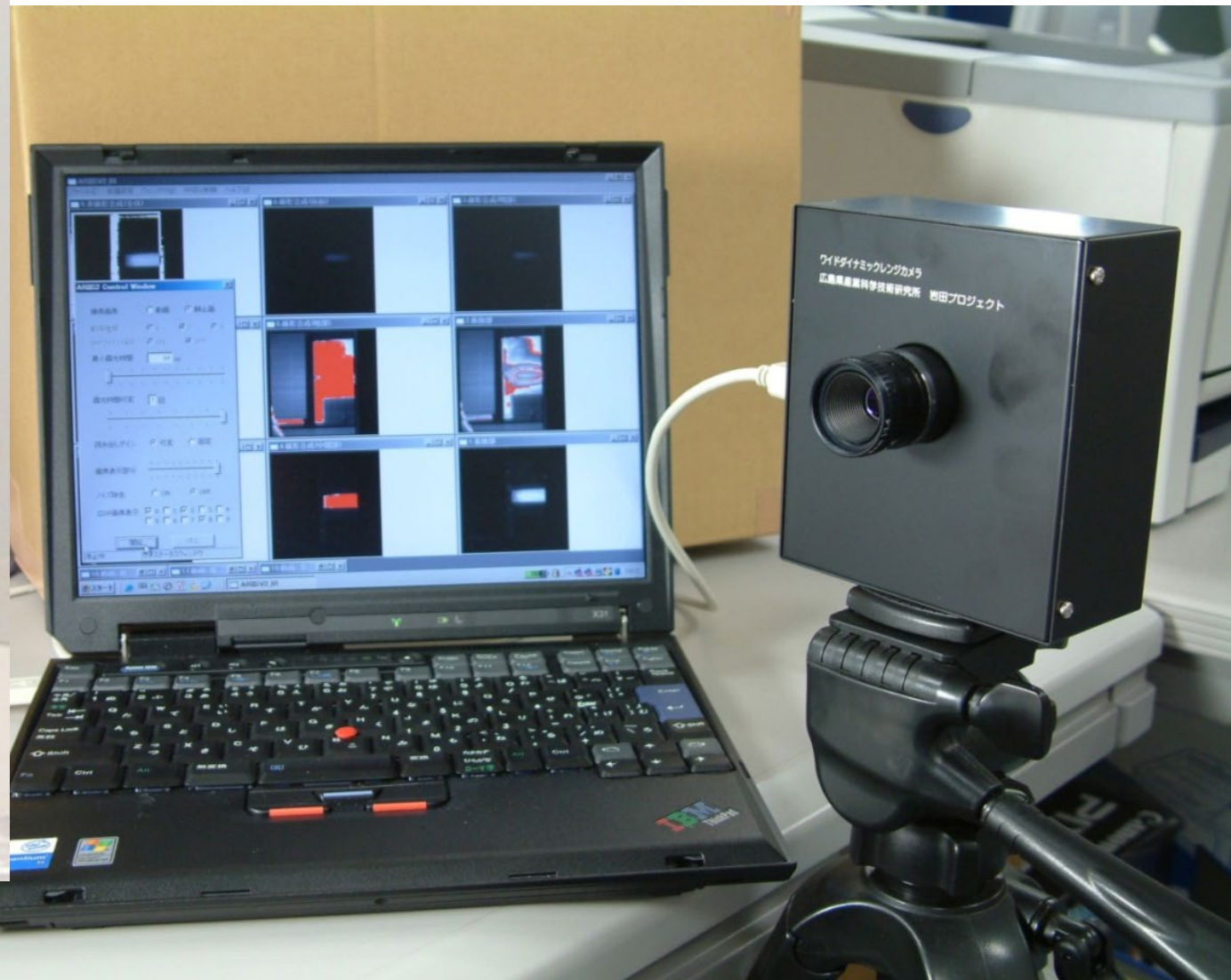
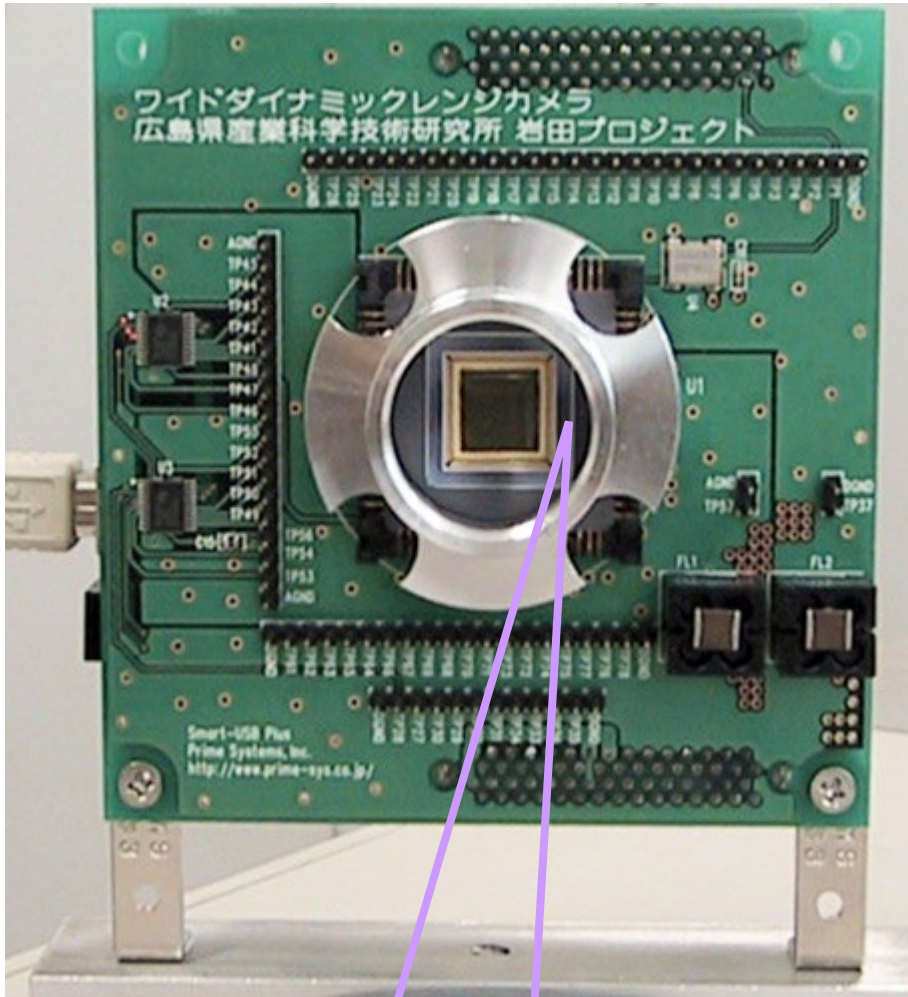
画素数128 × 128以上, ダイナミックレンジ100dB以上
画像の明るい部分と暗い部分を同時に撮像可能.
自動車、航空機、潜水機器の視覚の激しい明暗の変化に対応
レンジ拡大する回路構成考案 特許出願済



ワイドダイナミックレンジカメラ (IIS-2搭載)

カメラボード

PC接続(USB2.0のみでOK)



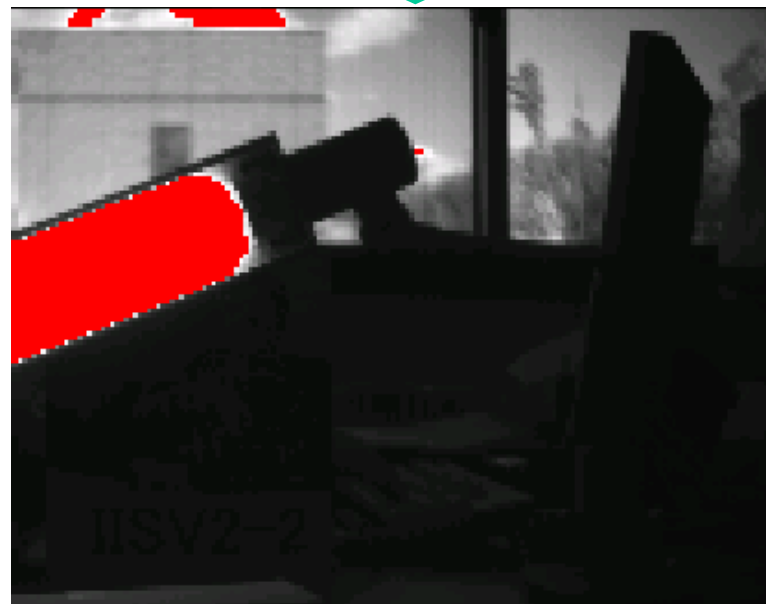
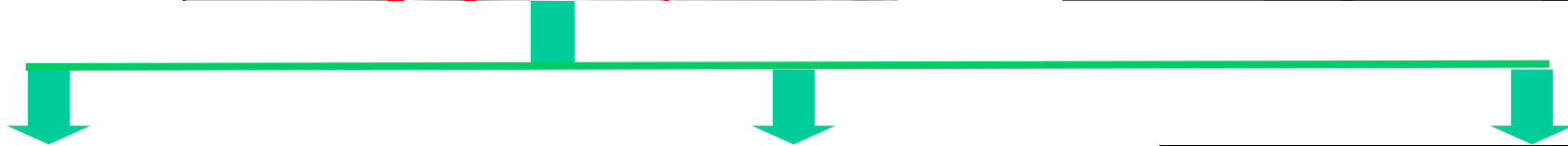
IIS-2イメージセンサ

(株)A-R-Tecで製品化

撮像画像(浮動小数点データ)

仮数部データ
赤はオーバーフロー

(176x144)



室内 @指数部=2/9

室外 @指数部=5/9

蛍光灯 @指数部=8/9

物体検出ステレオビジョン

ロボットの動作環境として工場を考え、物体を簡単な形状に限定
特徴抽出と領域ベースのマッチングを組み合わせて
効率的で信頼性のある物体と位置の検出アルゴリズムを考案.

処理アルゴリズム

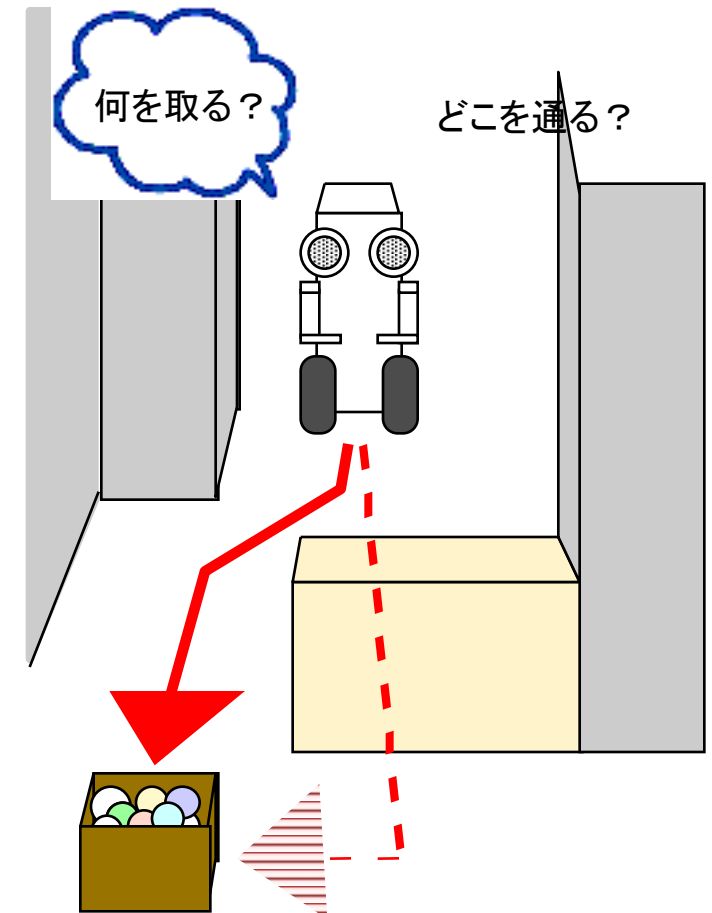
物体位置検出

物体の特徴点(エッジ)抽出

・ステレオマッチングで視差抽出

物体表面検出

・領域ごとに類似度演算



物体検出ビジョンアルゴリズムの開発

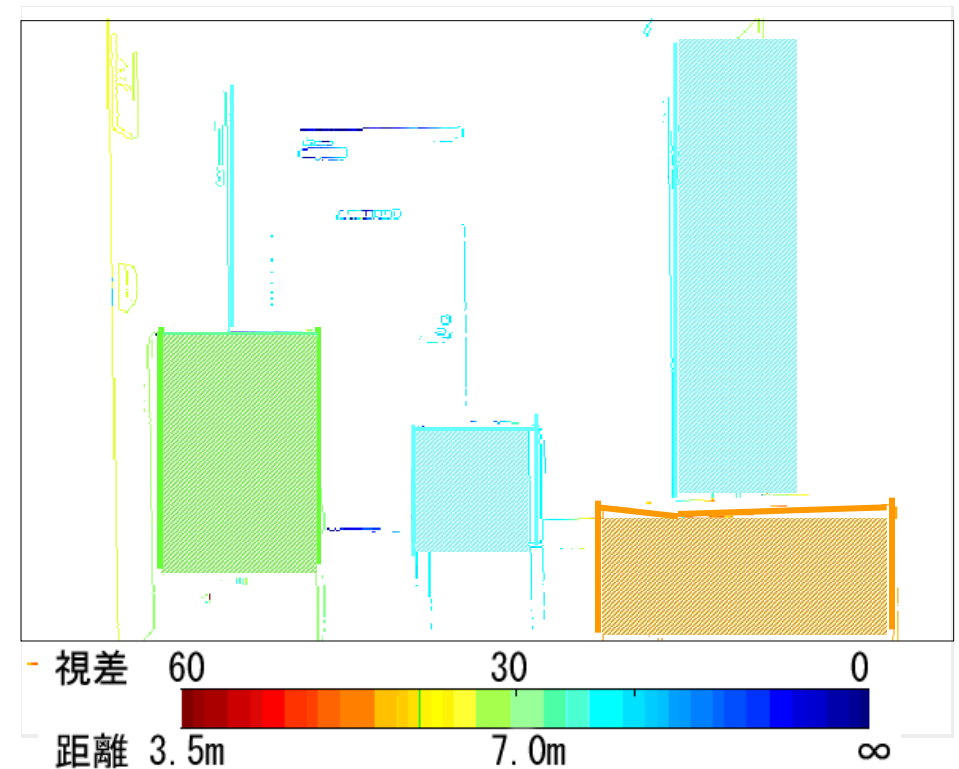
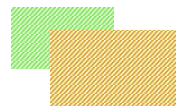
ステレオビジョン

1. 物体位置検出

エッジを対応つけ左右の
ずれから視差(距離)検出

2. 物体表面検出

領域ごとに類似度演算



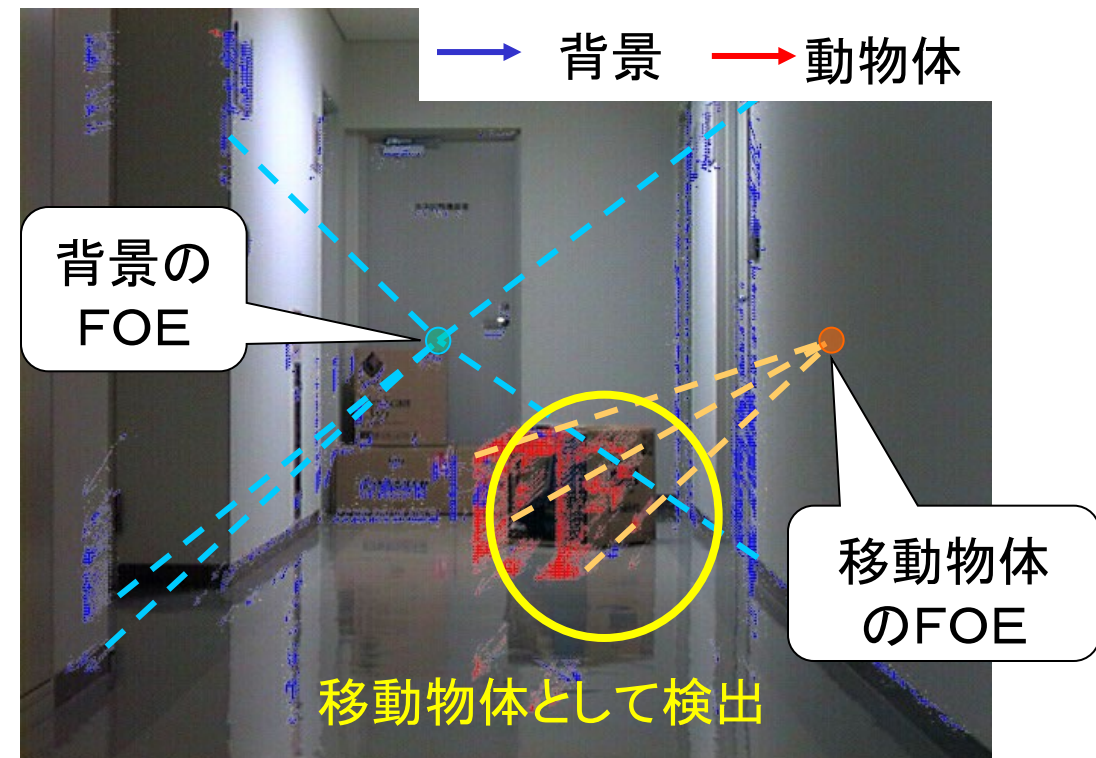
動きベクトル

1. 消失点位置で動物体検出

2. ベクトル方向を量子化し、
分散を求め閾値と比較し、
剛体と非剛体を判別

(金物)(人間)

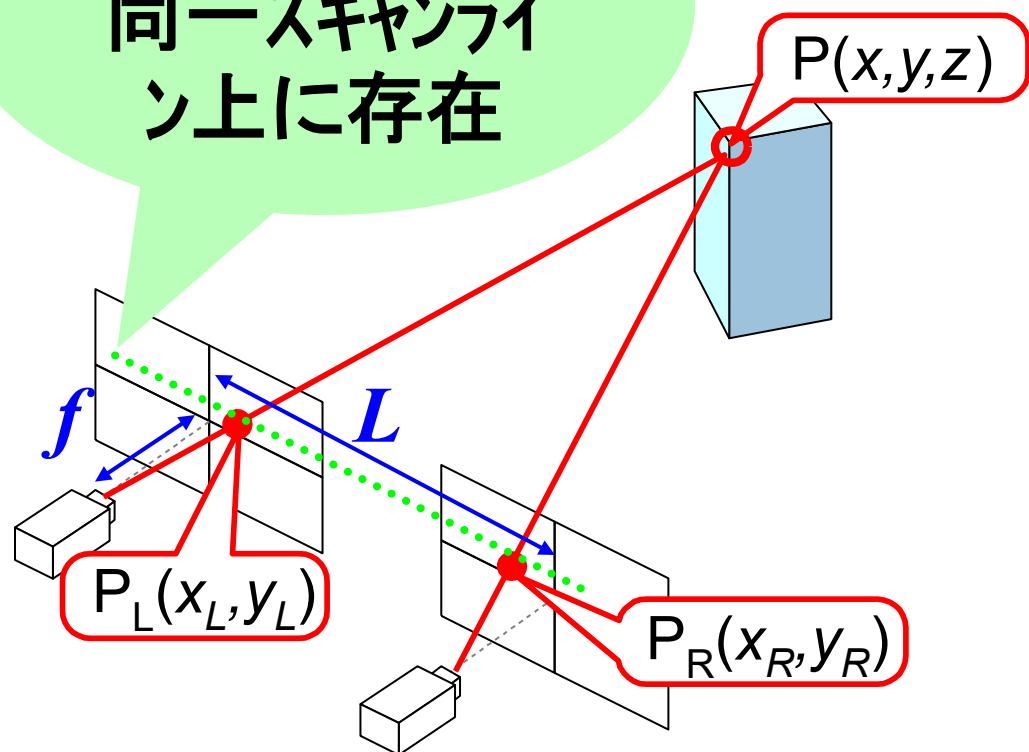
鹿児島大学共同研究
(渡邊助教授)



ステレオビジョンによる距離検出

基線長 $L=146\text{mm}$ で撮影

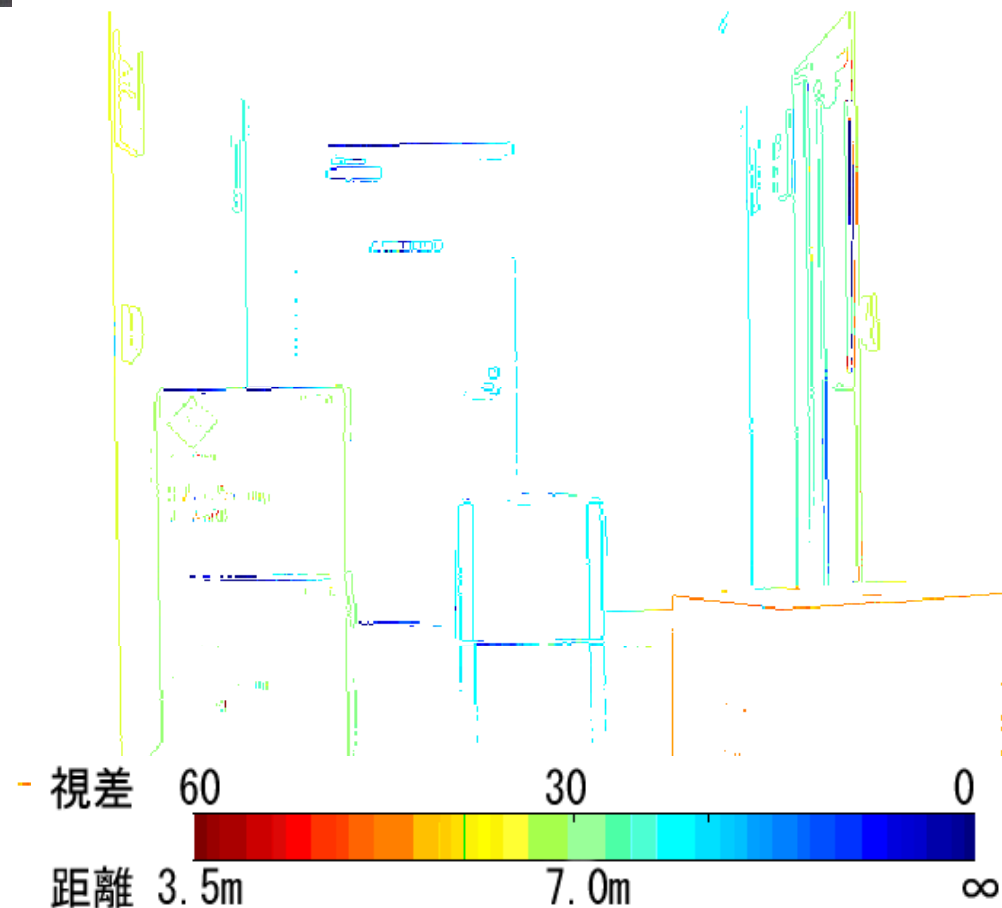
対応点は
同ースキャンライ
ン上に存在



$$x = \frac{(x_L + x_R)}{2} \frac{L}{(x_L - x_R)}$$

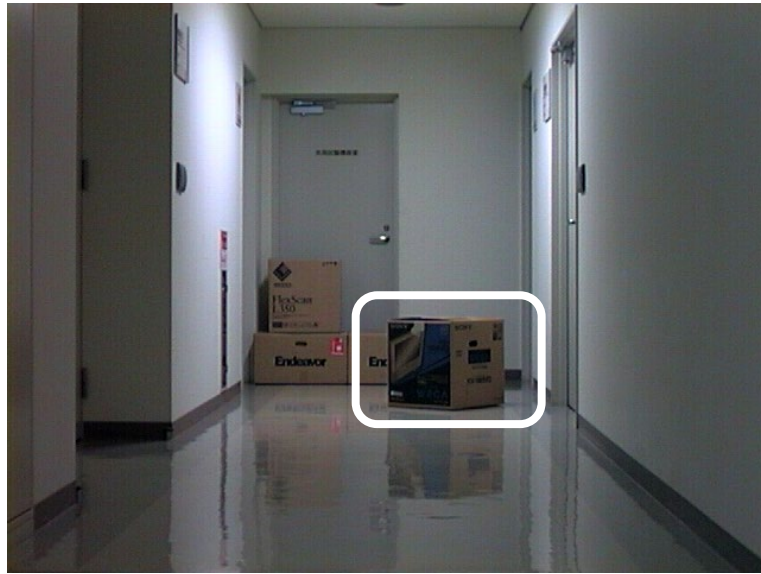
$$y = y_L \frac{L}{(x_L - x_R)} \quad \text{視差}$$

$$z = f \frac{L}{(x_L - x_R)}$$



動きベクトルによる動物体検出

移動前



カメラが0.5m直進し、白線で囲まれた物体が左へ1m移動

移動後

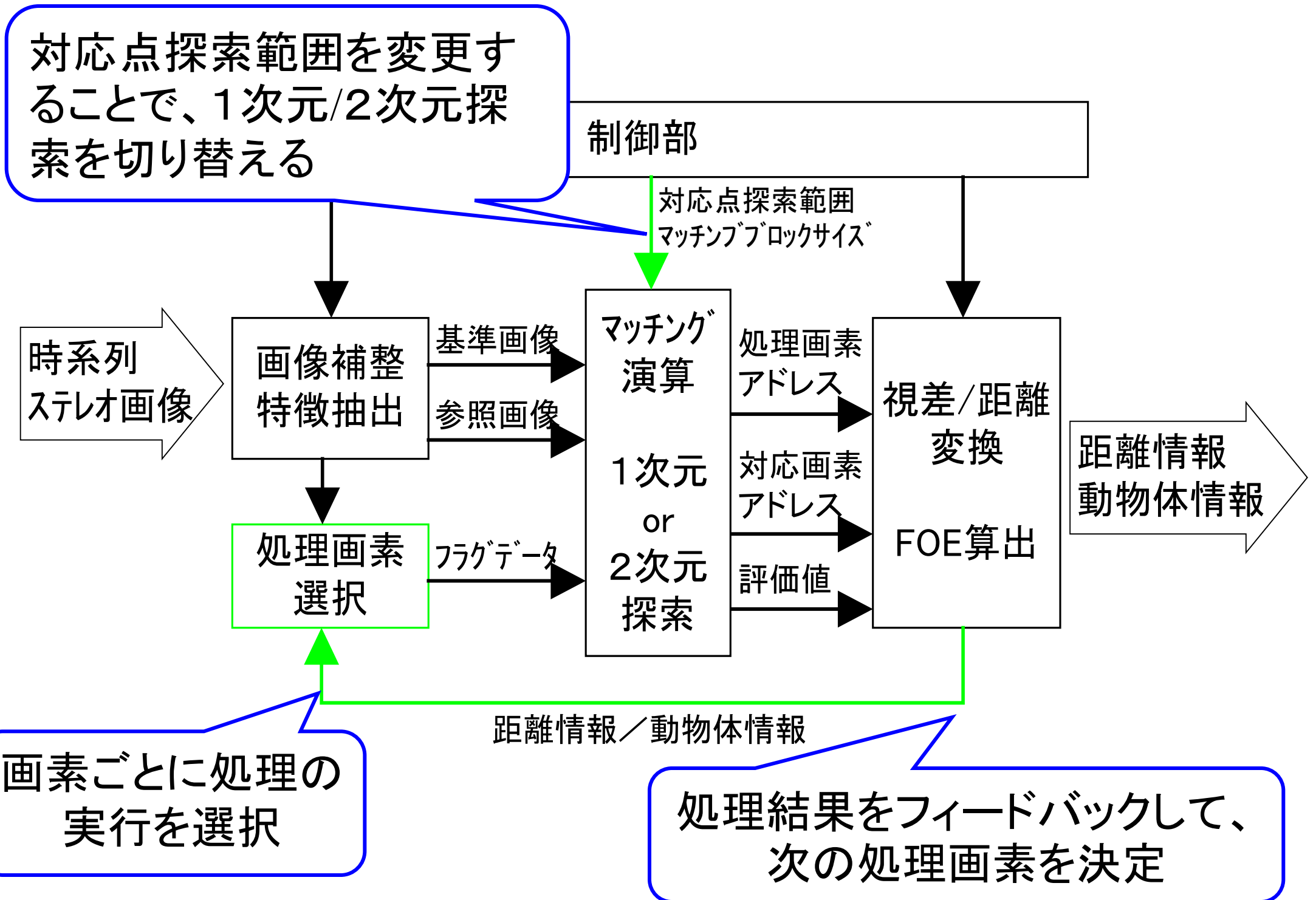


動きの方向ごとにFOEが現れる



→ 背景 → 動物体

ビジョンシステムの構成



マッチングプロセッサ (DMP) のアーキテクチャ

立体視の視差 (1次元) とオプティカルフロー検出 (2次元) の
マッチング演算を実行するエンジン

アーキテクチャの特徴

1次元および2次元のマッチング演算
空間フィルタで求めた特徴点のみでマッチング
(マッチング点2桁減少による高速化)
(高信頼のマッチング結果, 雑音データ抑圧)

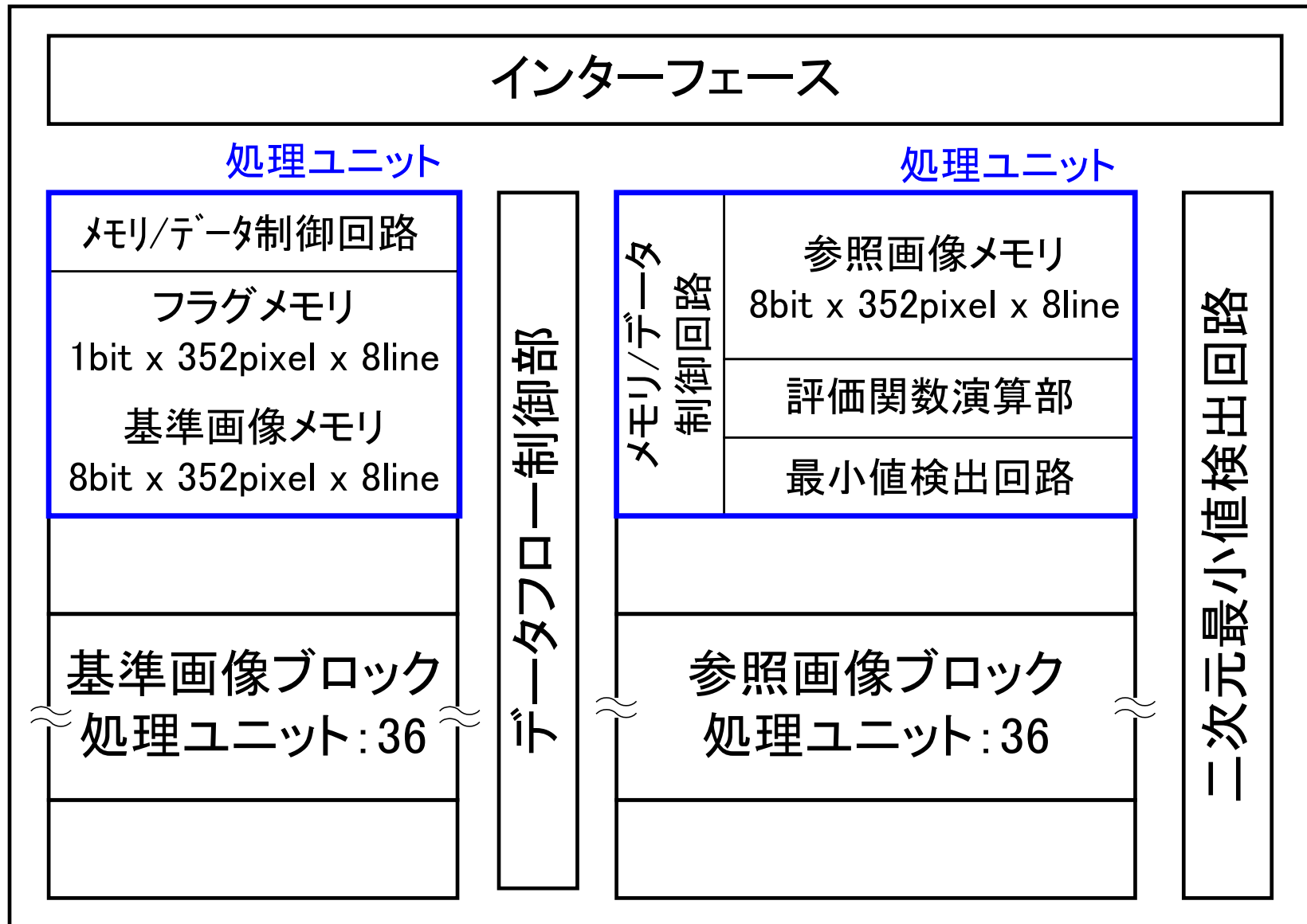
高並列処理アーキテクチャ

(1000個規模のPEアレイによる)

2ポートRAM, 可変データパスにより,
リアルタイム (30フレーム/秒) 処理を実現.

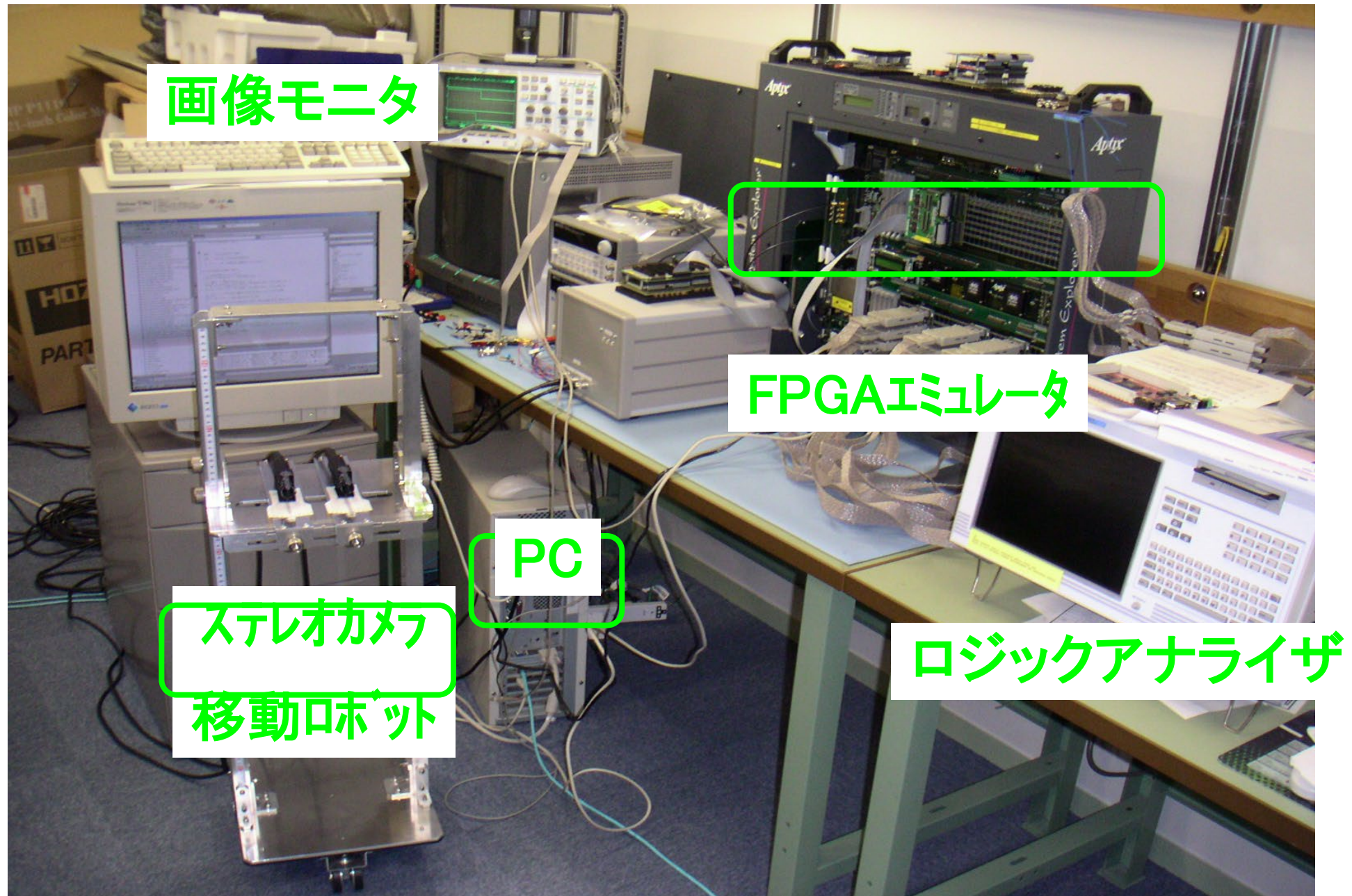
0.25um CMOS 技術, 専用設計,

マッチングプロセッサDMPブロック図



画像を分割して保存し、各分割画像ごとに処理ユニットを構成し、対応点探索範囲とブロックサイズ可変でマッチング演算を行う

ロボットビジョンのプロトタイプ概観



自律移動ロボット用のビジョンシステム

- 自律移動ロボット用のビジョンシステムの構成を提案した
- マッチングプロセッサDMPのアーキテクチャを開発し、1次元マッチング: 0.75msec ※, 2次元マッチング: 48msec※で処理できる見通しを得た
※以下の条件における処理時間
処理を行う画素: 入力画像(CIFサイズ)の10%, マッチングブロックサイズ: 15x15pixel,
x方向・y方向探索範囲: 64x64pixel, クロック周波数: 100 MHz
- 現在、システムの動作検証用のプロトタイプシステムを試作中である

