



顔検出技術の動向



- 古くから考えられてきた方法
 - 顔のパーツ（目，鼻，口の検出からのボトムアップ法）
 - 肌色検出・頭髪分布
 - シルエット（頭部，首の部分のくびれ，肩）
- 手法を「考案し，つくり込む」方法と，その限界が見えてきた
- 学習による手法
 - 顔画像そのものの学習（eigenface：主成分分析を用いる手法）
 - Viola-Jones の手法：顔検出技術の飛躍の原点
 - 高速化を意識した単純な処理と工夫
 - 高速で精度の高い学習手法の採用
 - 豊富な学習データ
 - 現在のデジタルカメラに用いられている手法は，これをベースにするものが多いと考えられる



Viola-Jones の手法



SECOND INTERNATIONAL WORKSHOP ON STATISTICAL AND COMPUTATIONAL THEORIES OF
VISION – MODELING, LEARNING, COMPUTING, AND SAMPLING

VANCOUVER, CANADA, JULY 13, 2001.

Robust Real-time Object Detection

Paul Viola

`viola@merl.com`

Mitsubishi Electric Research Labs

201 Broadway, 8th FL

Cambridge, MA 02139

Michael Jones

`mjones@crl.dec.com`

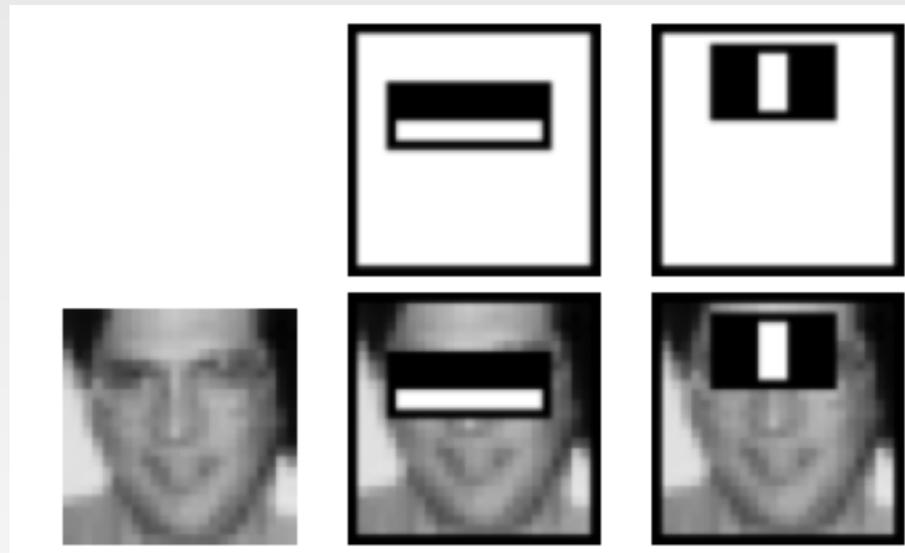
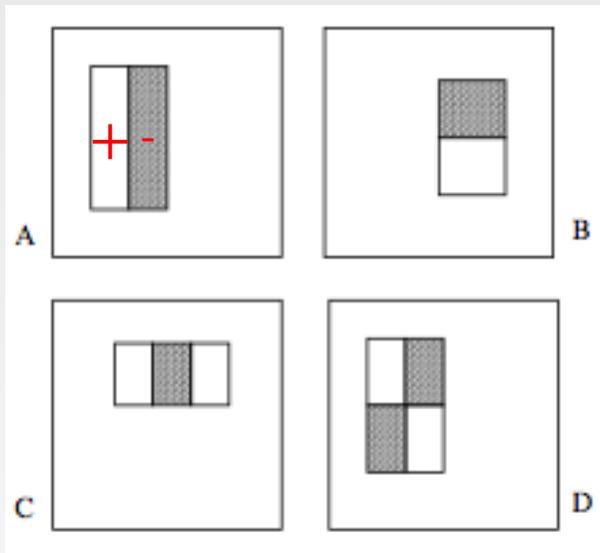
Compaq CRL

One Cambridge Center

Cambridge, MA 02142



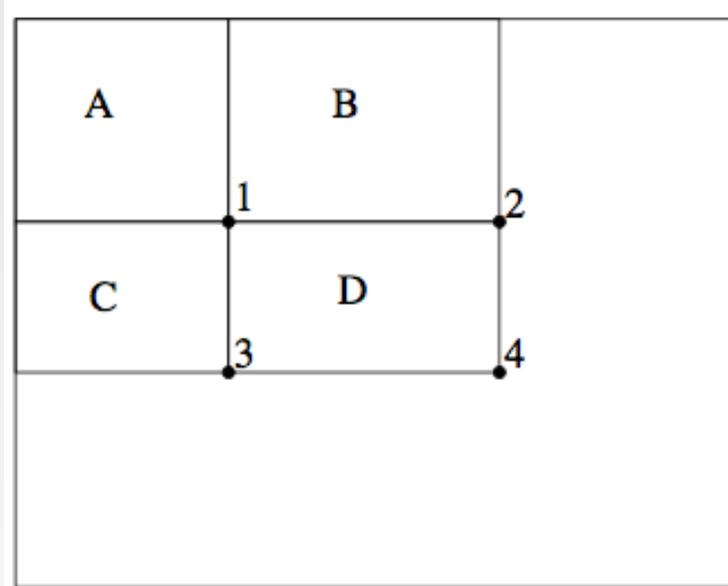
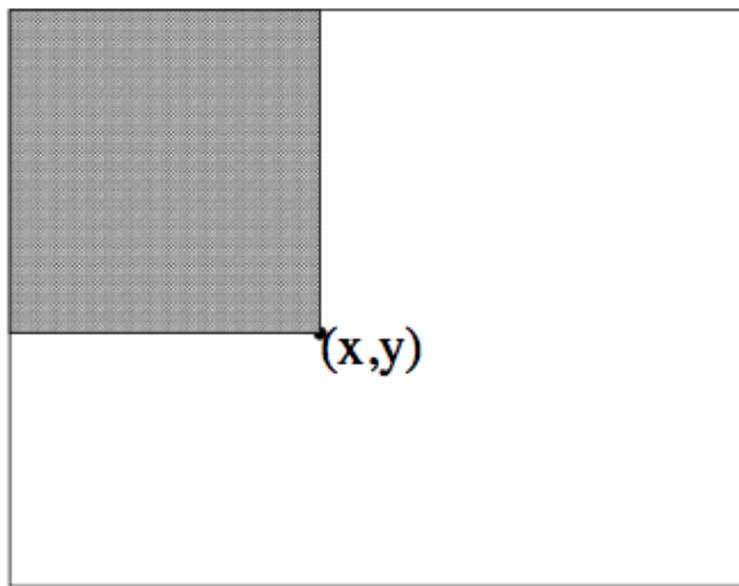
Haar 基底特徴



- 顔検出は、「弱検出器」（顔検出の精度は高くないが、単純な検出器）の組み合わせにより行われる
- Viola-Jones の論文では、矩形領域内部の輝度の差を判定に用いる
- 利用する弱検出器の選択と組み合わせは、学習（後述する、AdaBoost）により行われる



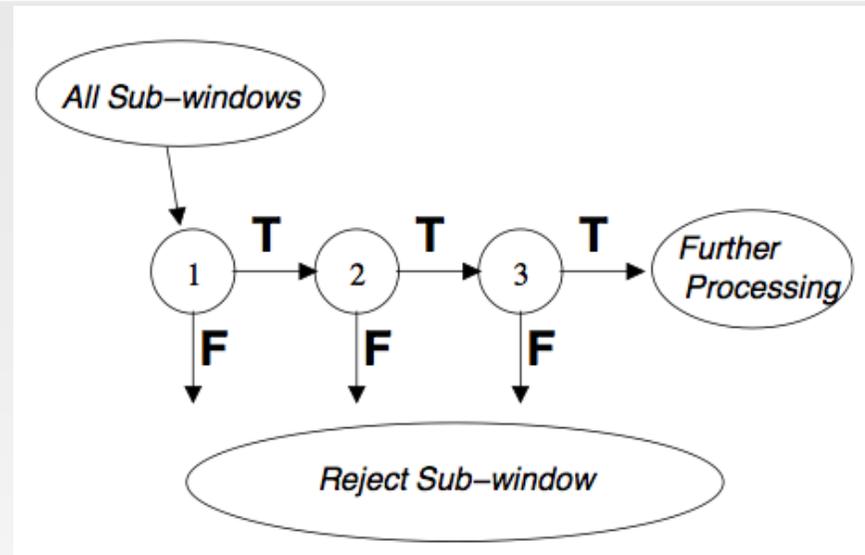
Integral Image



- ある座標 (x,y) から左上の領域の画素値の和を持つ画像
- 矩形領域内の画素値の総和を高速に求められる
 - 領域D内部の画素値の総和は, $4-3-2+1$
 - $(A+B+C+D) - (A+C) - (A+B) + A = D$

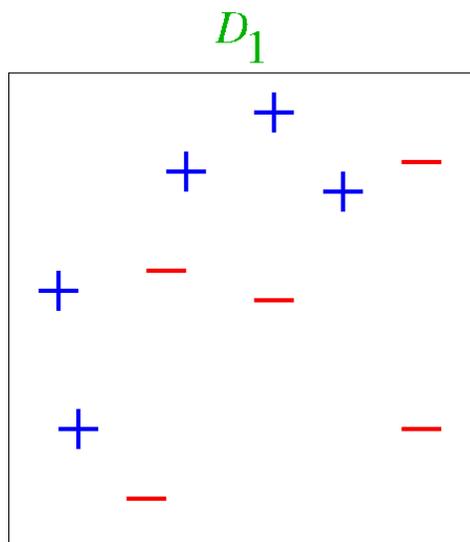


AdaBoost

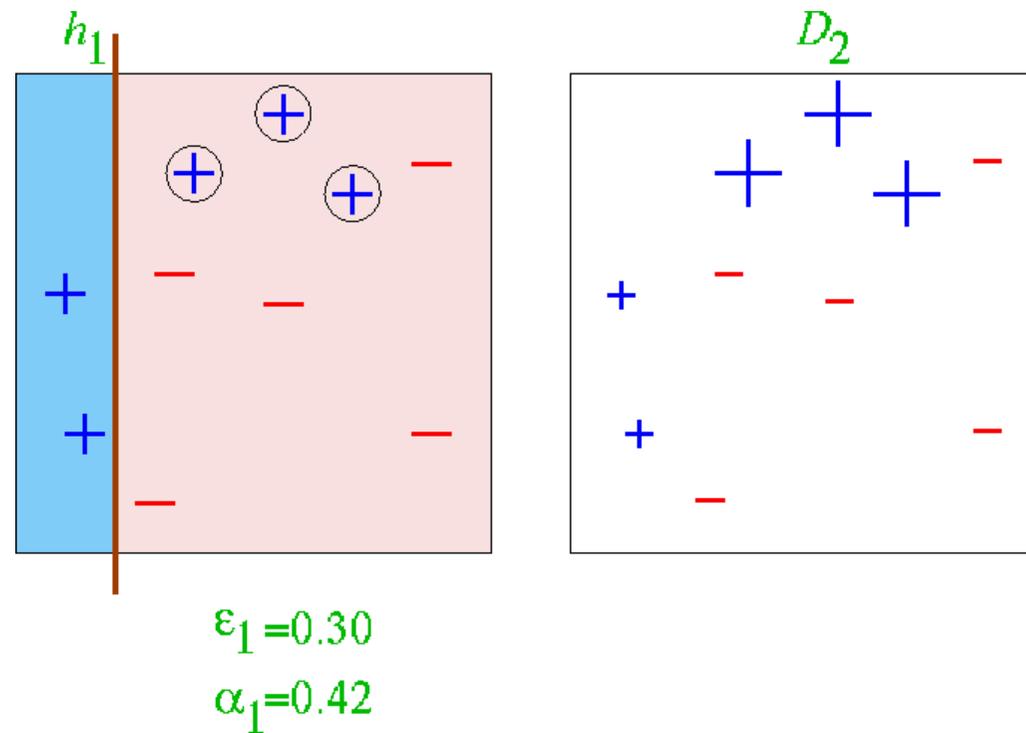


- 弱識別器の選択と組み合わせによる高速・高精度な認識
 - 最も良い弱識別器で判定する。
 - もし、不合格なら却下。
 - もし、合格なら、次に、2番目に良い識別器を加えて判定する。
 - この処理の繰り返し。

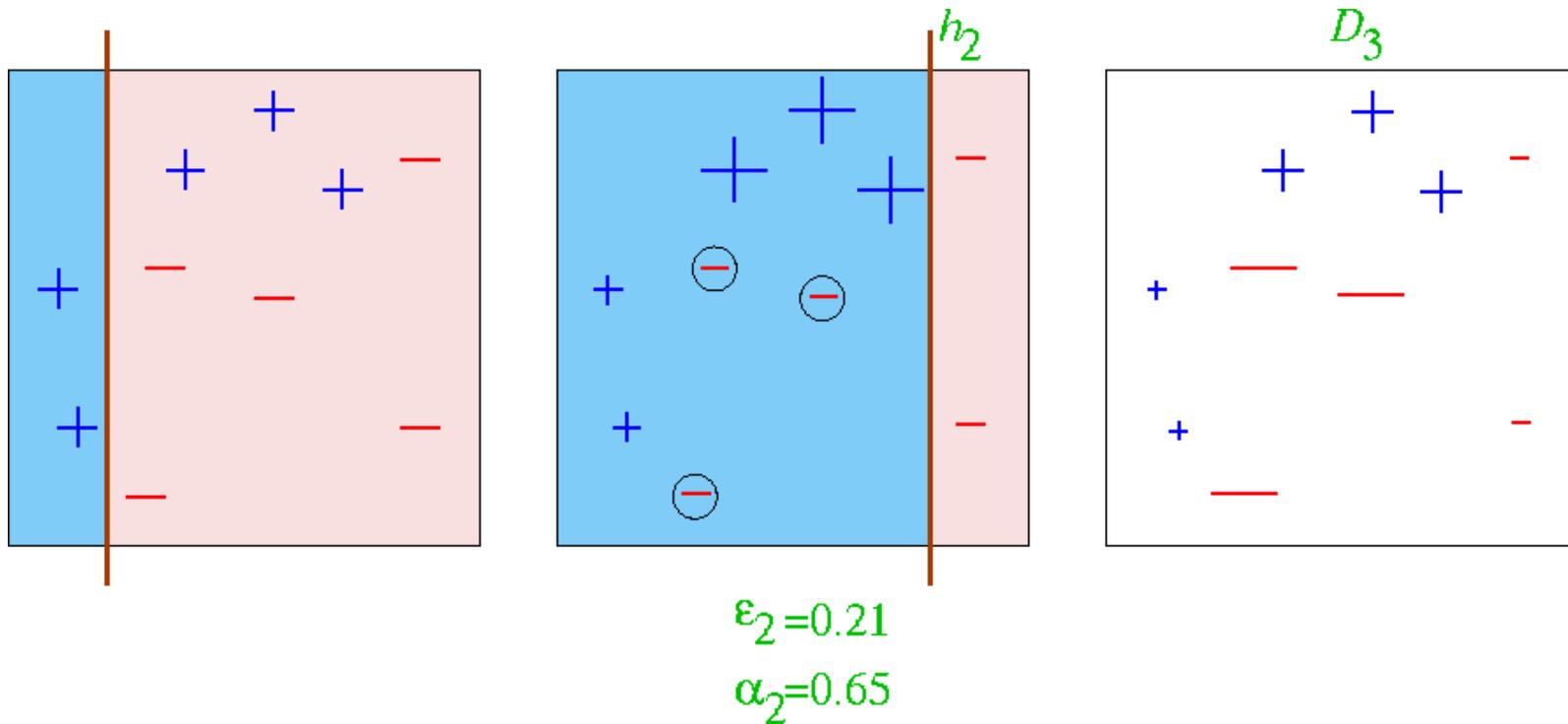
Boosting Example



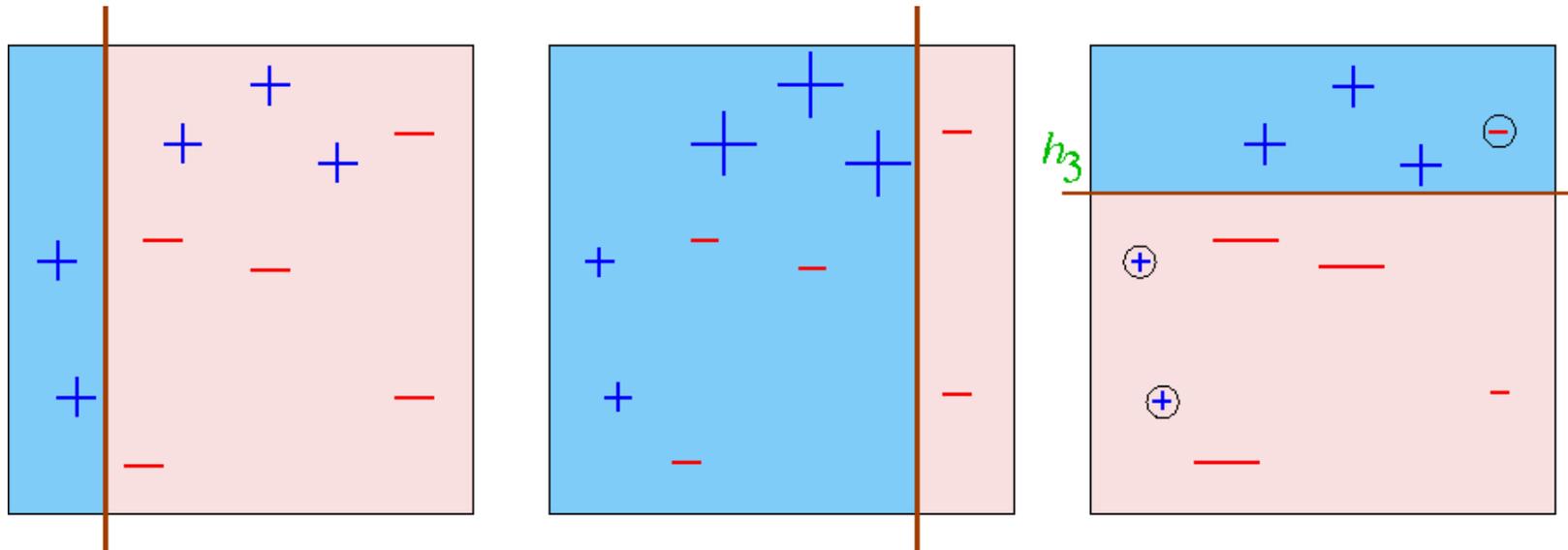
First classifier



First 2 classifiers



First 3 classifiers

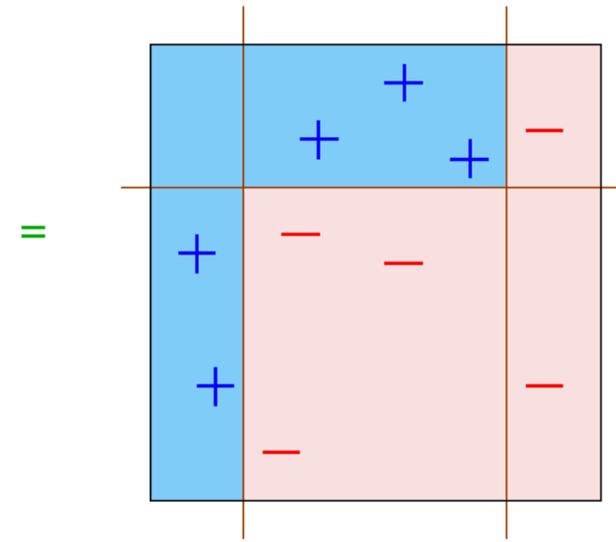


$$\epsilon_3 = 0.14$$

$$\alpha_3 = 0.92$$

Final Classifier learned by Boosting

$$H_{\text{final}} = \text{sign} \left(0.42 \left[\begin{array}{|c|} \hline \text{blue} \\ \hline \text{red} \end{array} \right] + 0.65 \left[\begin{array}{|c|} \hline \text{blue} \\ \hline \text{red} \end{array} \right] + 0.92 \left[\begin{array}{|c|} \hline \text{blue} \\ \hline \text{red} \end{array} \right] \right)$$





AdaBoost の基本原理と顔検出への応用

CVIM 研究会 チュートリアルシリーズ

三田 雄志†

† 株式会社東芝 研究開発センター マルチメディアラボラトリー

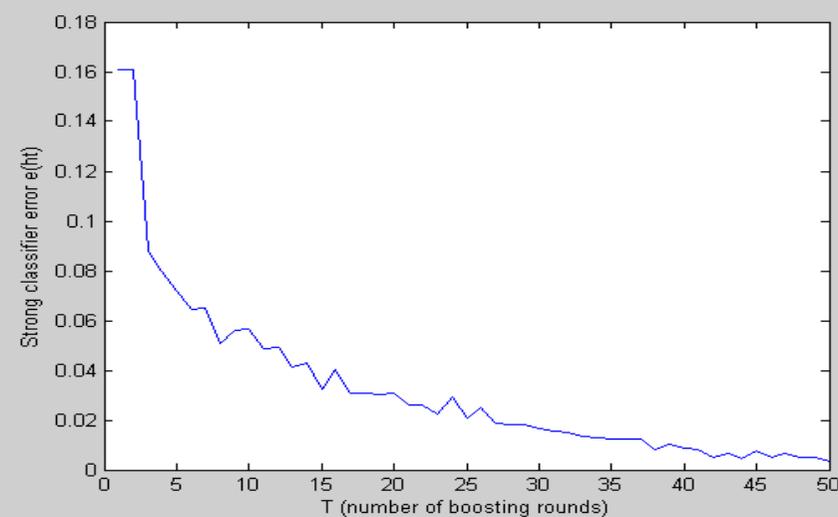
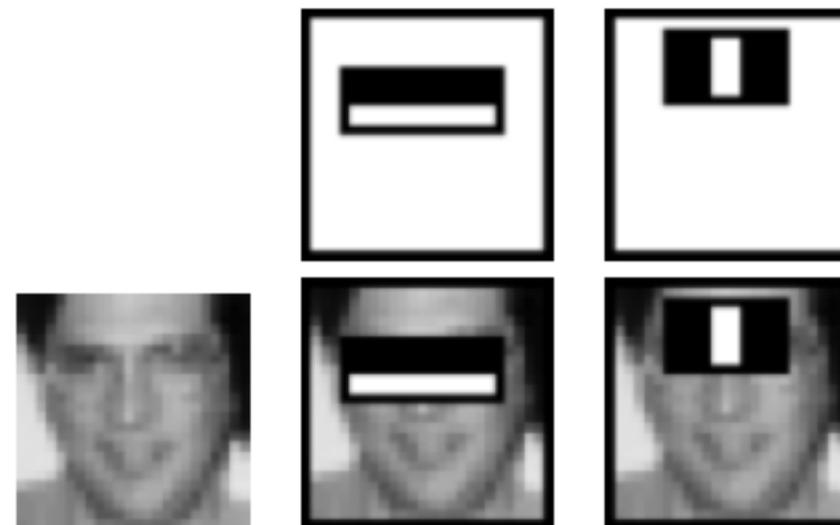
サンプルの重みを変化させながら異なる識別器を作り，これら複数の識別器の重み付き多数決によって最終的な識別関数を与える。個々の識別器は弱識別器 (weak classifier) あるいは弱仮説 (weak hypothesis) と呼ばれ，それらを組み合わせたものは強識別器 (strong classifier) あるいは最終仮説 (final hypothesis) などと呼ばれる。単純で弱い識別器を逐次的に学習し，識別器の精度を “boost (増強)” する方法を総称して Boosting と呼ぶ。AdaBoost は “adaptive (適応的)” にサンプルの重みを更新することにより，サンプルを使いまわすことに成功した Boosting アルゴリズムの一種である。図 1 に，AdaBoost によって得られる識別器を示す。入力パターン x に対し，そのパターンが属するクラスのラベル y を出力する。 T



Viola-Jones の論文では



- 矩形配置の自由度 (細かさ)
 - 縦・横とも24分割
 - 生成される識別器の総数は, 160,000個
- 利用する識別器の個数
 - 32個
 - 個数の変化と精度の関係 (エラーはほぼ単調減少) →





顔検出の現状



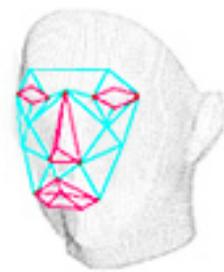
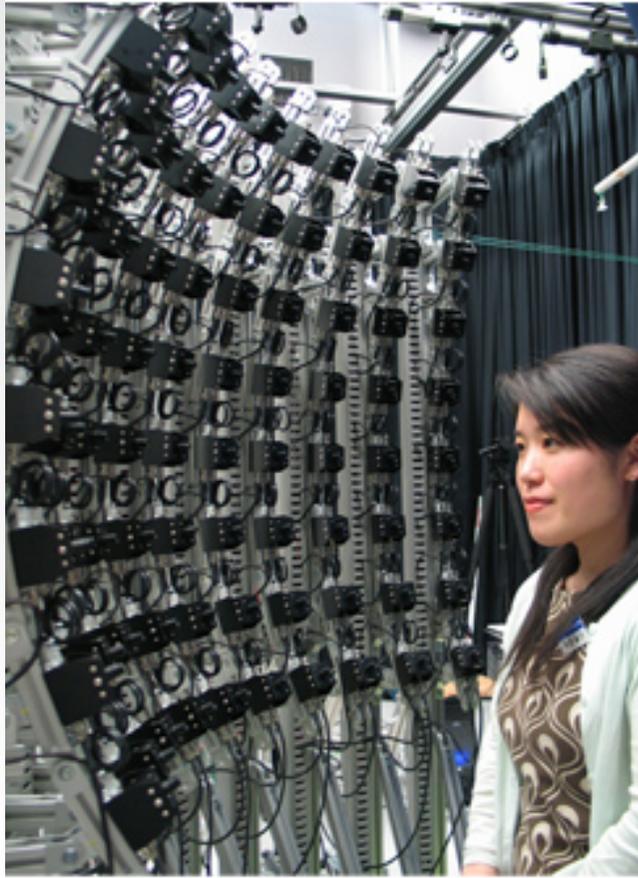
- オムロンが顔画像処理分野でトップシェア
 - 各社に顔認識エンジン (OKAO Vision) (ソフト, チップ) を提供
 - プリクラの顔画像処理 (デカ目など)
 - 各メーカーのデジタルカメラに搭載
 - Apple のソフト (iPhoto) にも搭載されている
- 東芝も積極的に開発し, 学会発表している
- どちらも, Viola-Jones の改良型と言って良い
- パナソニック, ソニー, 富士フイルム等もそれぞれ自前技術



オムロンの顔画像データベース



マルチアングル・カメラ装置による3Dモデルの生成



数千人の顔から3次元形状と、
様々な状態時の器官の形特徴を抽出

マルチアングル・カメラ装置による撮影例

