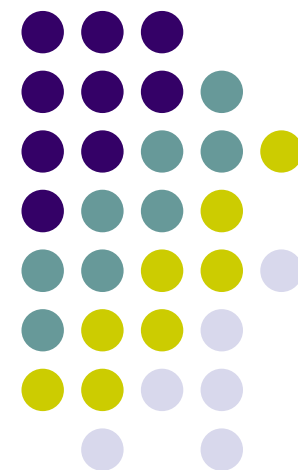


ネットワークカメラによる 侵入物検出システムの運用に おける問題の検討

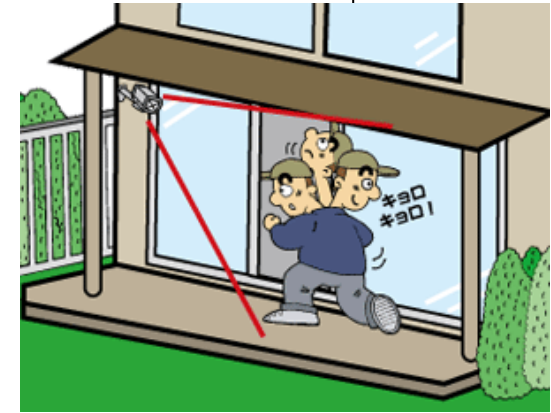
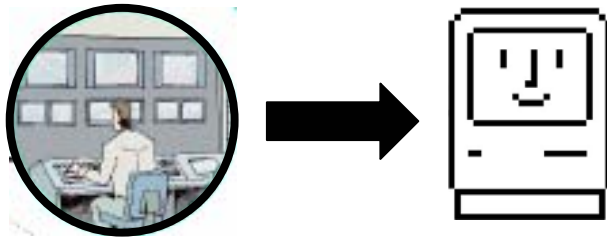
広島大学 大学院工学研究科
奥田正史 玉木徹 金田和文



研究の背景



侵入物検出システム: 犯罪や事故を未然に防止



目視から計算機による監視へ

ネットワークカメラと計算機を
組み合わせた侵入物検出システムが登場

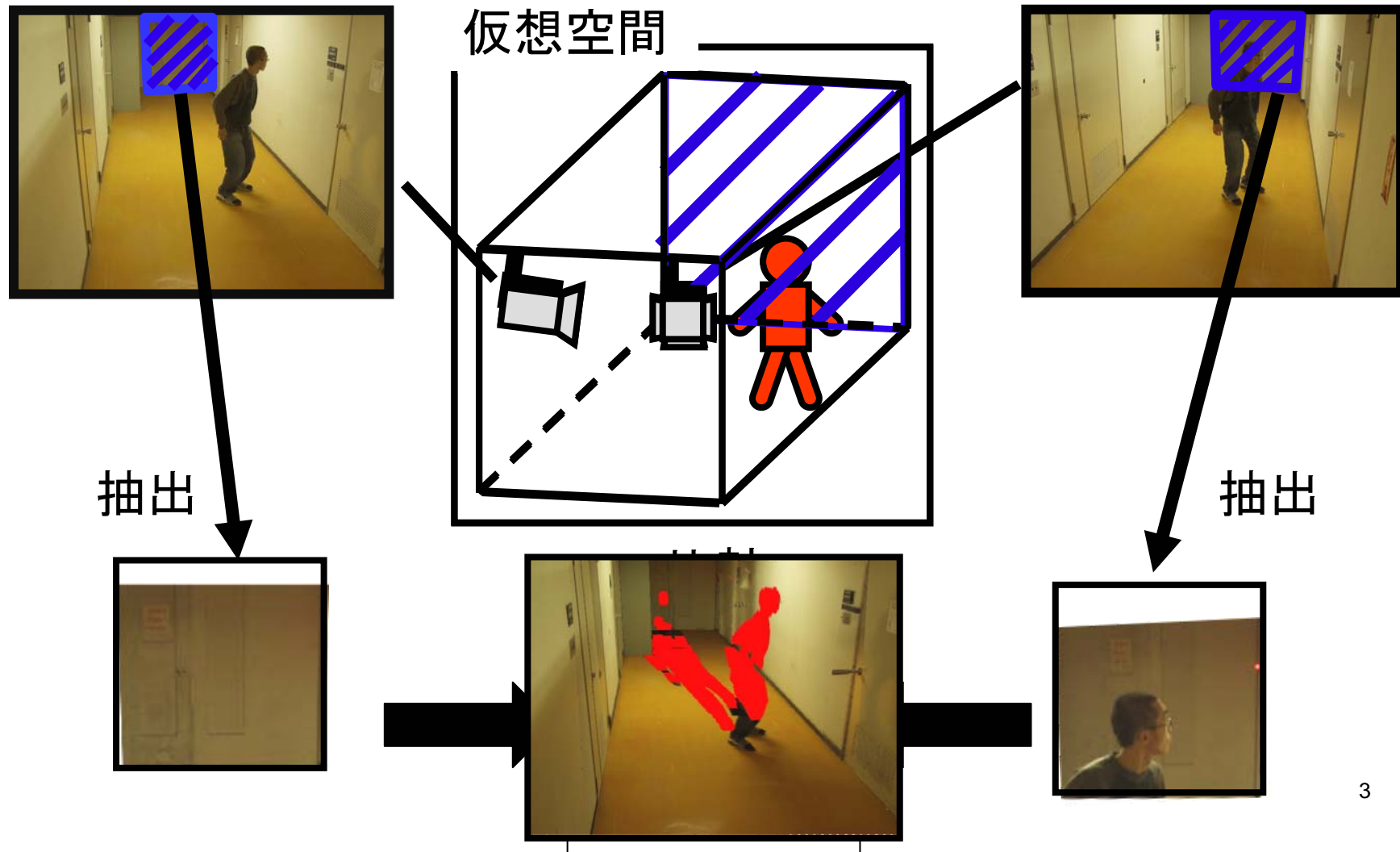
- ネットワークカメラシステムによる監視システムの構築と運用
(古谷ら05)
- ネットワークカメラを用いた監視システム(井岡02)

従来のカメラと比較して安価にシステム構築・運用が可能

複数台カメラを用いた侵入物検出手法 (河本ら03)



同時刻に撮影された画像を利用





研究の目的

本システムの特徴

- 照明条件の変化に対して頑健
- 静止物体の検出が可能
- 安価に構築・運用が可能

研究目的

ネットワークカメラを用いた侵入物検出システムの構築・運用における問題点を調査・考察

今回の発表内容

- システムの運用に必要なネットワーク帯域の考察
- カメラ位置・方向のずれによる誤検出の低減



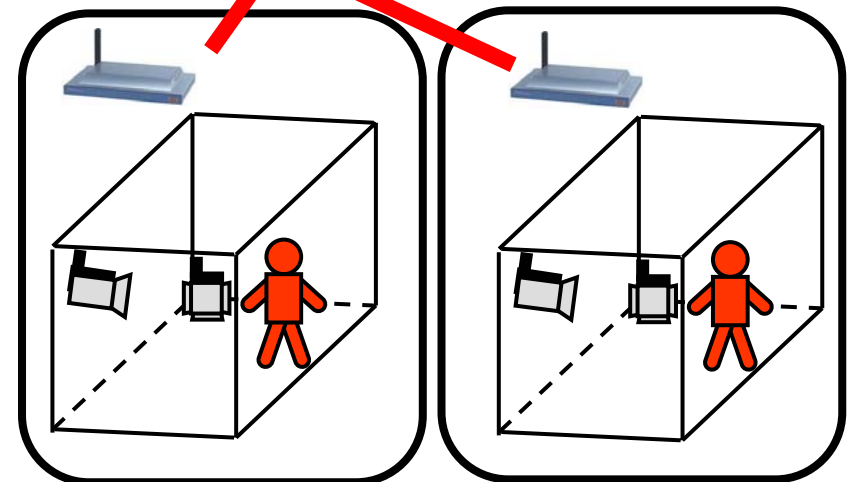
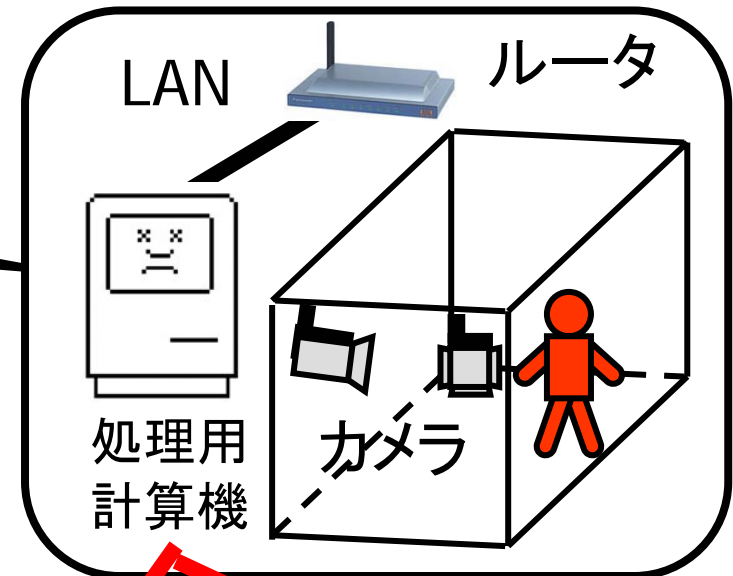
帯域が不足した場合の問題点

・利用可能な帯域が狭い場合、カメラ画像の転送が困難
(例) 遠隔地の監視を1台で同時に行う

画像の転送に必要なネットワーク帯域は？

使用帯域を決定する要素

- カメラ画像の撮影間隔
- カメラ設置台数
- 画像解像度





必要な帯域の考察

理想条件

- 15フレーム/秒
- カメラ2台
- 画像解像度: 640 × 480
(ファイルサイズ: 40KB)
= 9.6Mbps

最低条件

- 3秒に1枚撮影
- カメラ2台
- 画像解像度: 640 × 480
(ファイルサイズ: 40KB)
= 213Kbps

全国のブロードバンド回線
(ADSL、FTTH、CATV)
普及率 = 96%

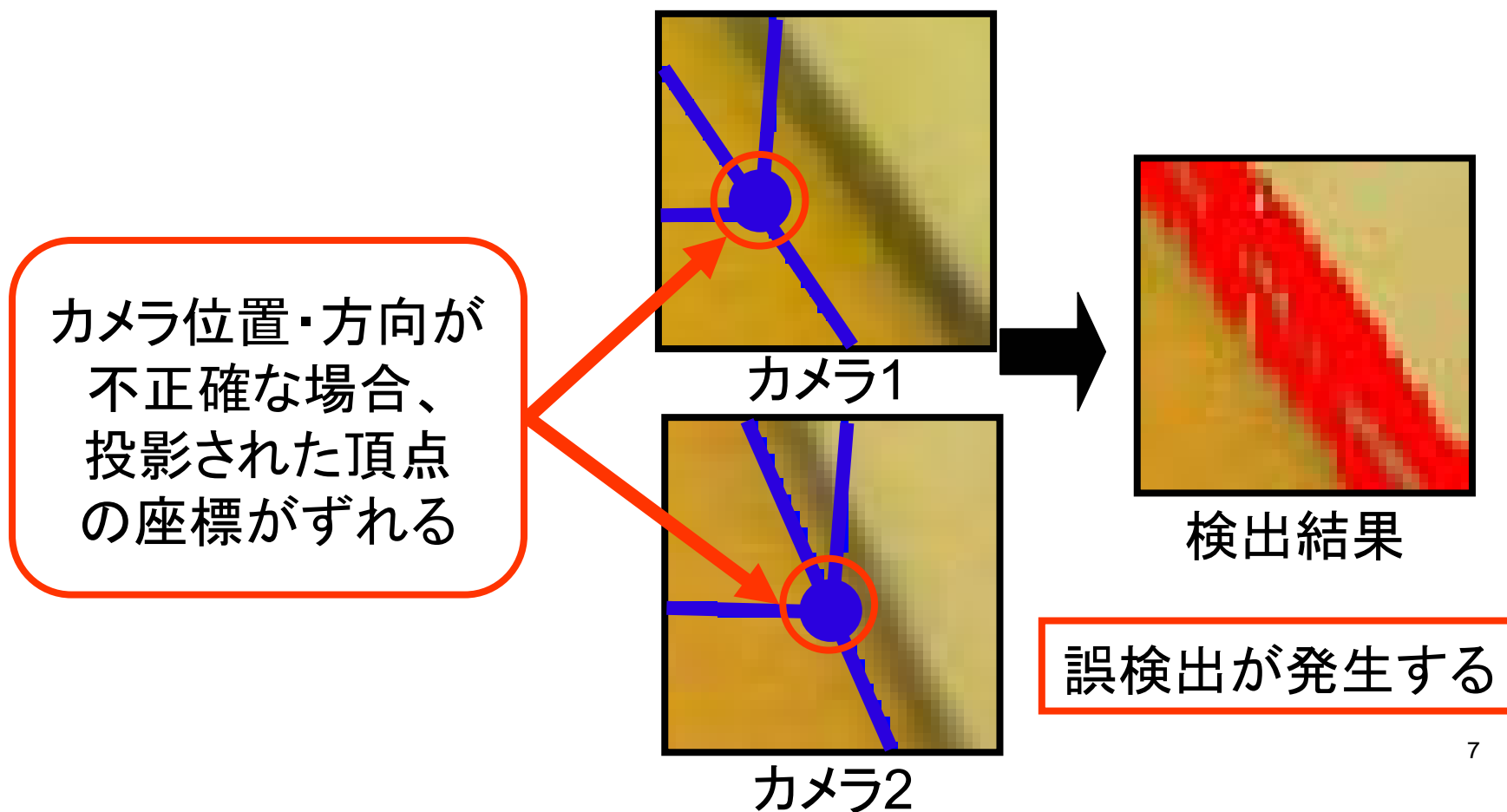
(総務省“都道府県別ブロードバンド
サービス利用可能世帯数”, H19年6月)

最低条件であれば
多くの地域でシステムが
利用可能



カメラ位置・方向のずれによる誤検出

仮想空間に監視空間、カメラ位置・方向をモデリングしたデータを利用し、各平面の頂点を画像中に投影





誤検出の原因と解決策

ずれが発生する原因：カメラの位置・方向を正確に算出できていない

- 従来：実際にカメラの位置を測定

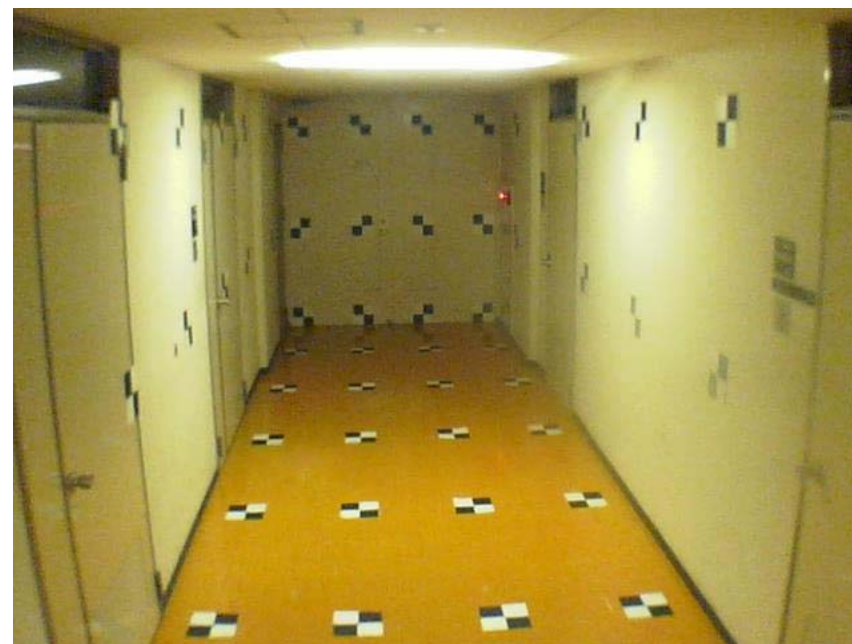
カメラ画像を用いて算出できないか？



カメラキャリブレーション

複数個の点の位置関係を利用

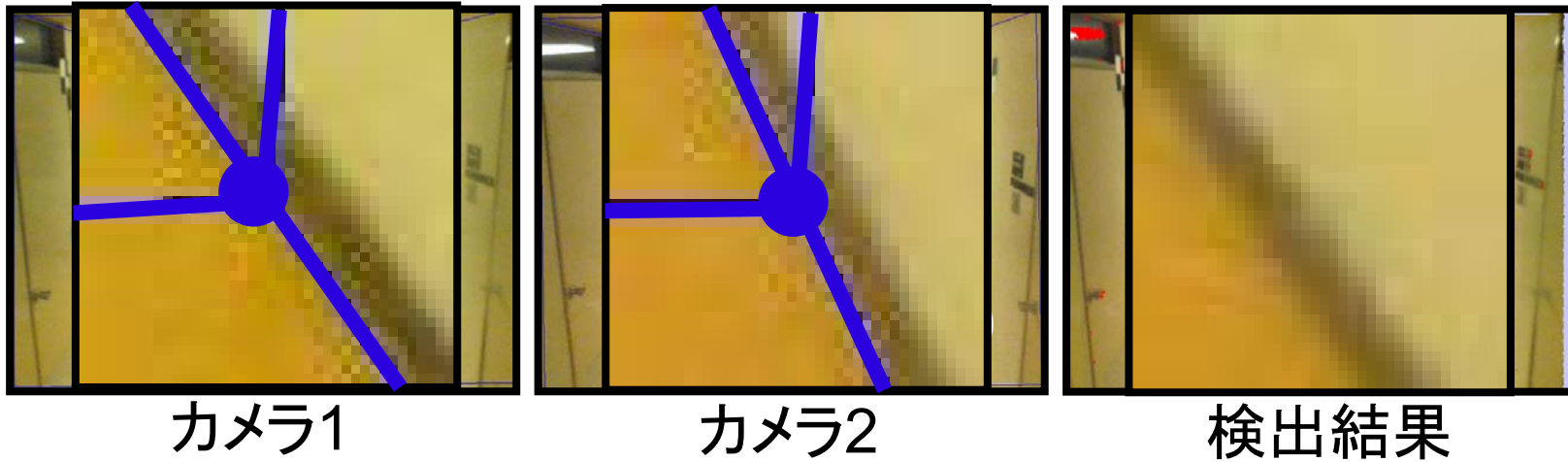
- ・ 3次元空間中の位置(X, Y, Z)
- ・ 画像に投影された位置(x, y)



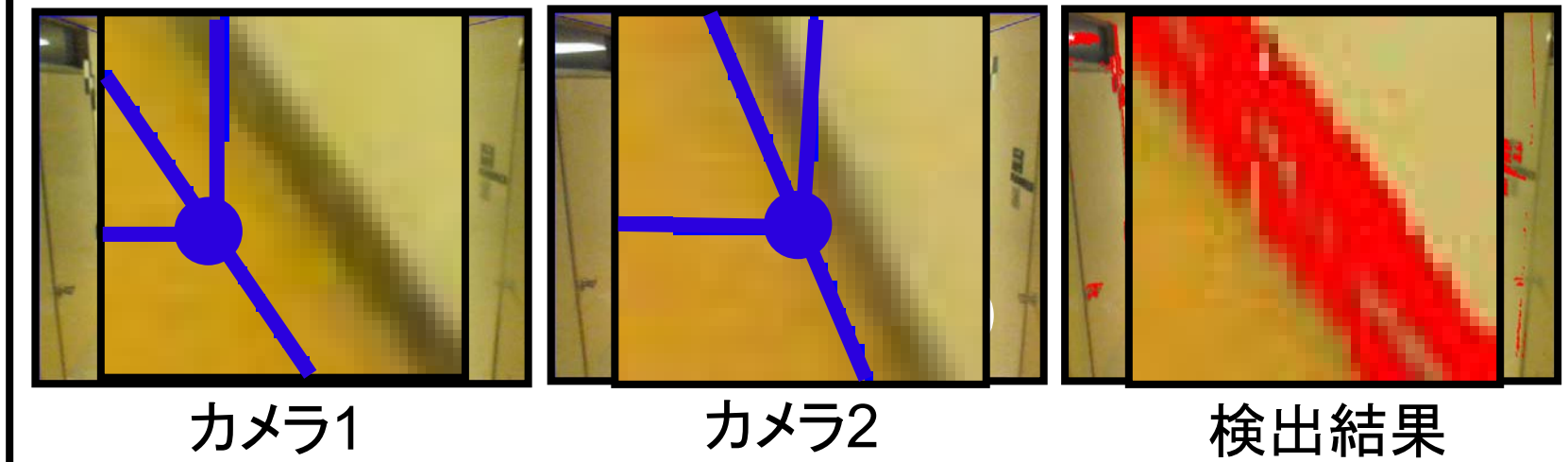
適用例



カメラキャリブレーションを用いた場合



カメラ位置を実際に測定した場合



現在の問題点



問題点

- ・侵入物がない領域で誤検出が発生
- ・侵入物が完全に検出されていない



原因

- ・各カメラ画像において、色調が異なる
- ・カメラ同士の位置が近い

対策

- ・光学的キャリブレーション
- ・カメラ配置の検討



まとめ



- ネットワークカメラを用いた侵入物検出システムの構築・運用における問題点を調査・考察
 - システムの運用に必要なネットワーク帯域の考察
 - カメラキャリブレーションにより物体面のテクスチャの分割時のずれを低減
- 今後の課題
 - 光学的キャリブレーションによるカメラ画像間の色調補正
 - 検出されやすいカメラ配置の検討



従来の侵入物検出手法



1台のカメラ画像を利用

◆ 背景差分法



入力画像

背景画像

出力結果

入力画像と背景画像
の差分を計算

照明条件の変化
に対応できない

◆ フレーム間差分法



第tフレーム

第t-1フレーム

出力結果

時間的に連続した2枚
の画像間の差分を計算

照明条件の変化
に対応できない

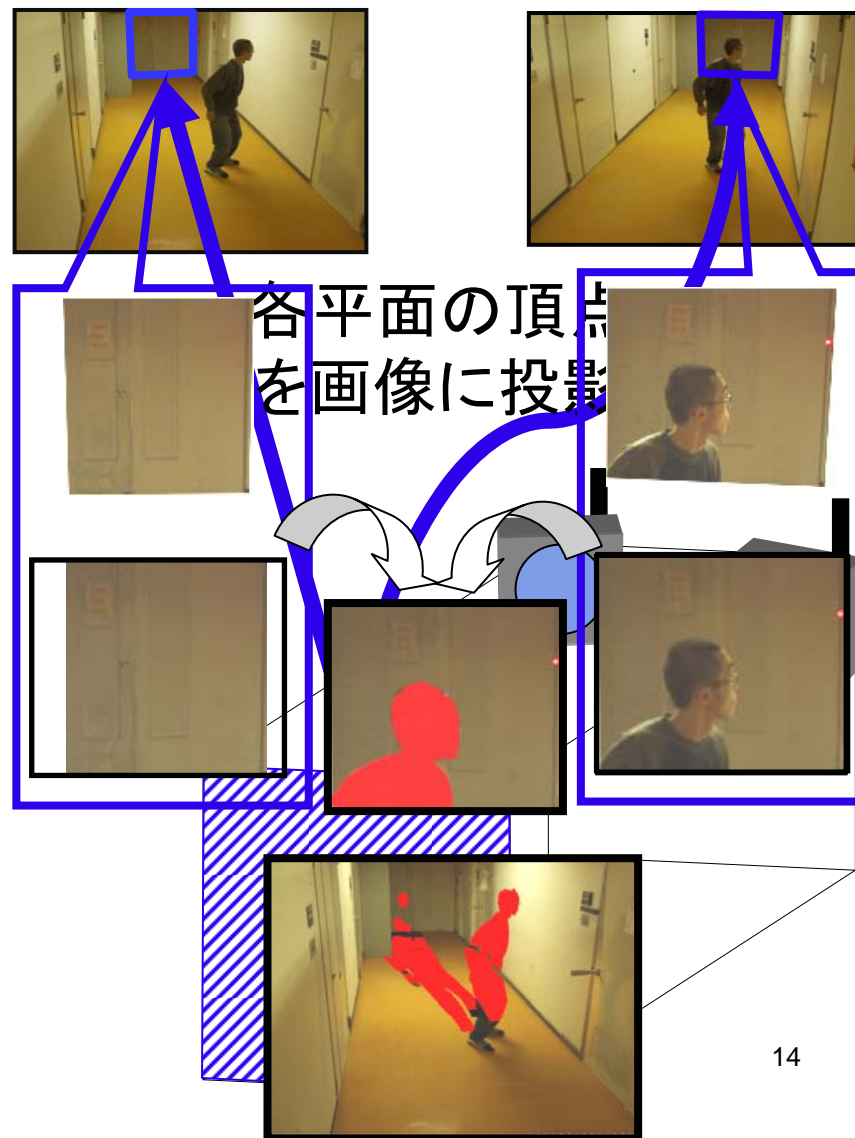
放置された不審物の
検出ができない

複数台カメラを用いた侵入物検出手法 (河本ら03)

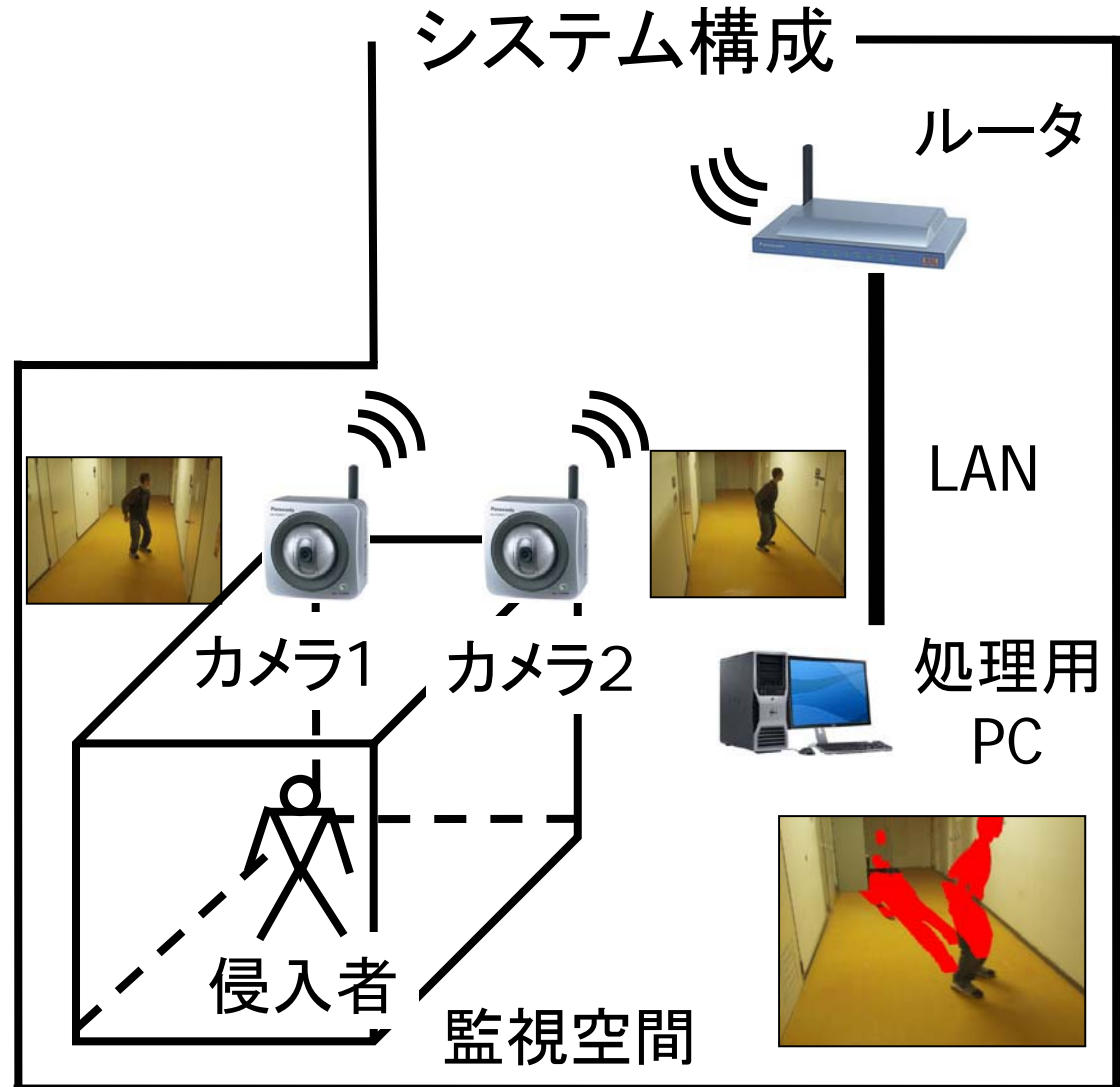
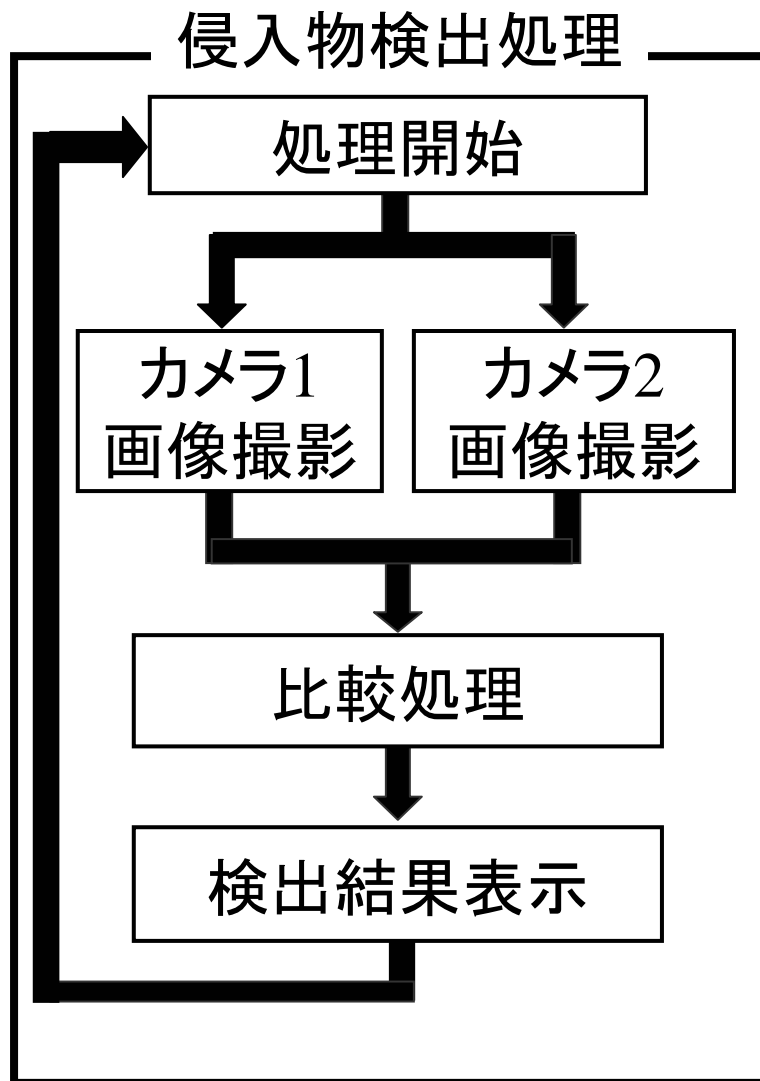


この手法の特徴

- 照明条件の変化に対して頑健
 - ・ 同時刻に撮影された複数台の設置位置の異なるカメラ画像を利用
- 放置された不審物の検出が可能
 - ・ 各カメラの設置位置が既知
 - ・ 監視領域の3次元モデルが与えられている



処理の流れ, 侵入物検出システムの構成





各カメラの撮影時刻差の許容範囲の検討

時刻差が大きい: 侵入物の形状を正しく検出できない可能性

許容できる時刻差は物体の大きさ・移動速度によって異なる

時刻差がない:

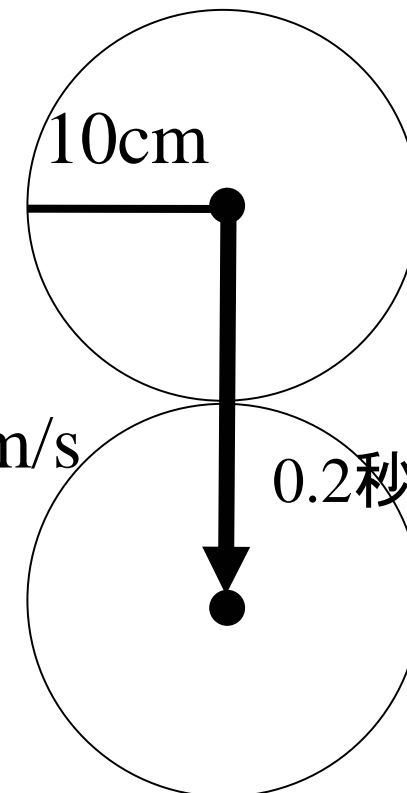
物体の大きさ分以上の
距離を移動する時間より短い

例: 半径10cmの物体が
時速4km/hで移動

許容できる時刻差の上限

≒ 0.2秒

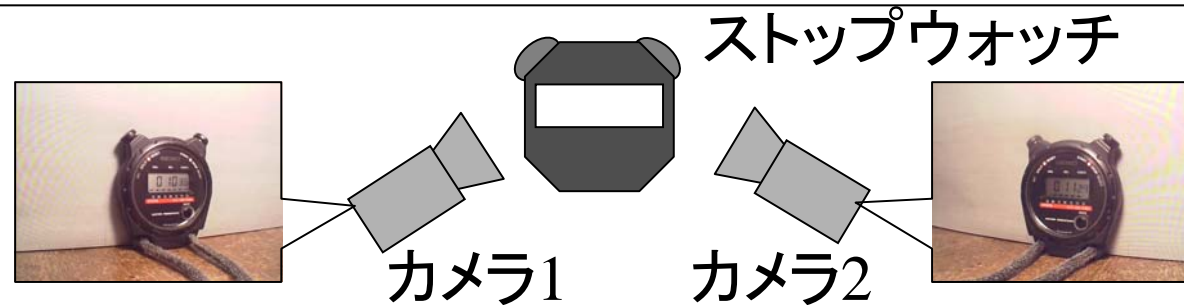
4km/h
= 1.11m/s





カメラ間の撮影時刻差の測定

実験



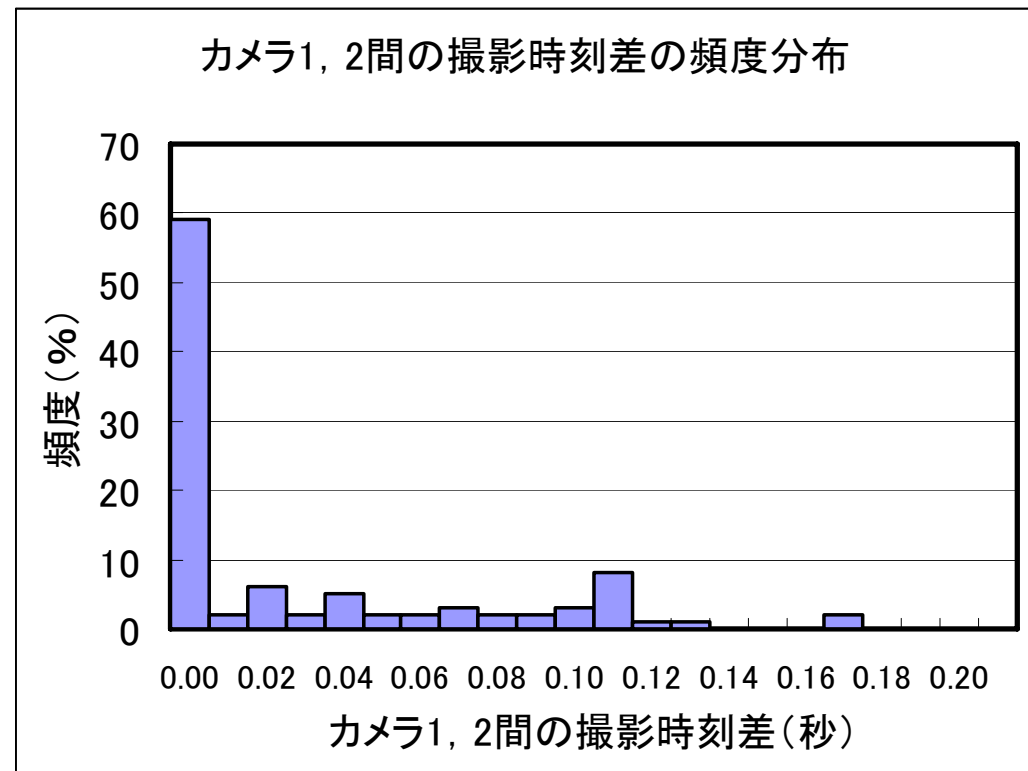
ストップウォッチを同時に撮影し、カメラ間の撮影時刻のずれを測定

実験結果

0.01秒未満の場合が59パーセント、一番遅い場合でも0.18秒

10cm以上の大きさの物体については条件を満たす

試行回数: 100回



運用に必要な処理速度の検討



監視対象とする空間の大きさによって変化

侵入物を検出:

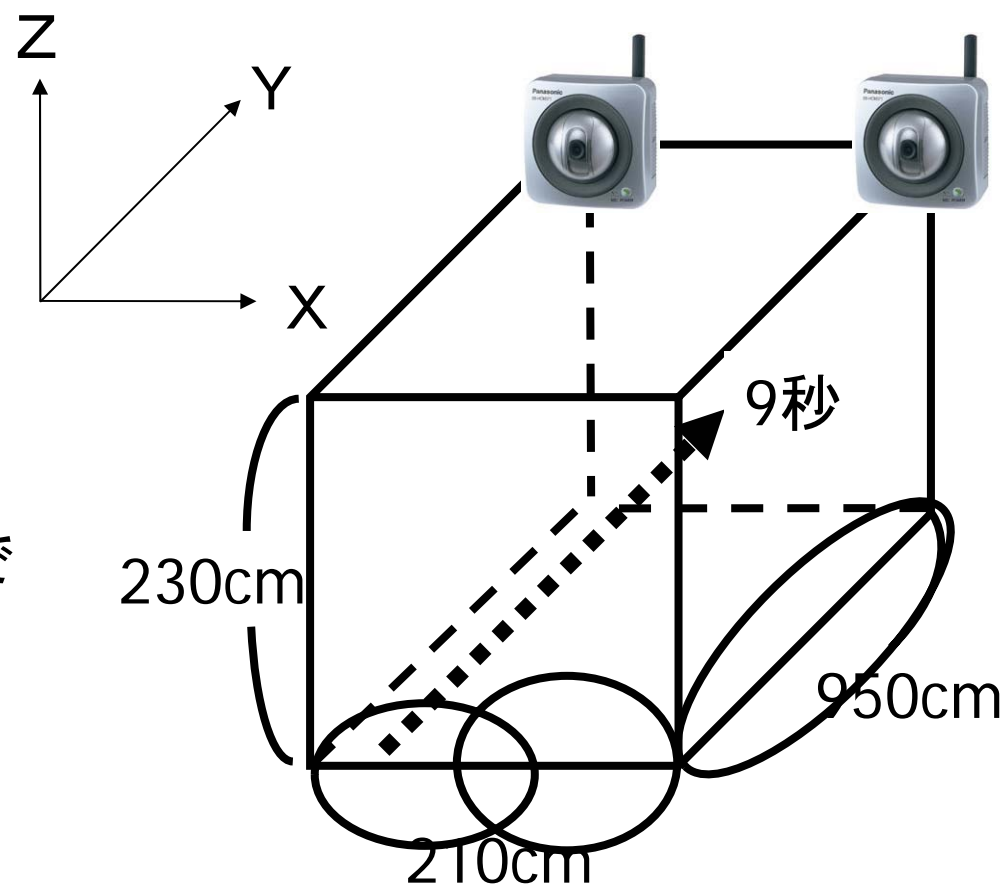
検出対象が監視空間を
通り抜けるまでに最低1回
の侵入物検出処理を行う

例: 右の監視空間において

Y軸方向に $4[\text{km/h}] = 1.11[\text{m/s}]$ で
物体が移動

最低限必要とされる処理速度

≒ 9秒





侵入物検出処理の処理時間

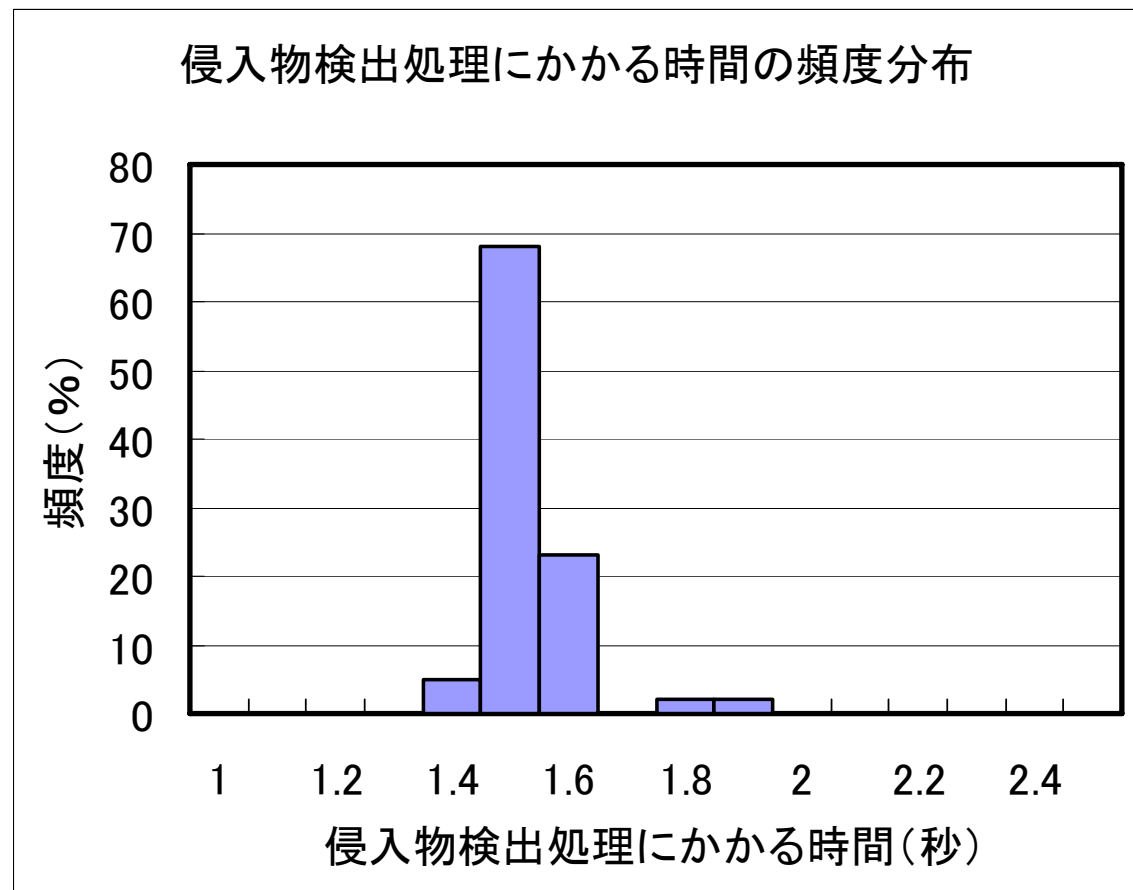
実験 プログラム中にタイマーを組み込んで、
1回の侵入物検出処理にかかる合計時間を測定

実験結果

すべての試行において
2秒以下

複数回の検出処理
が可能

試行回数: 100回

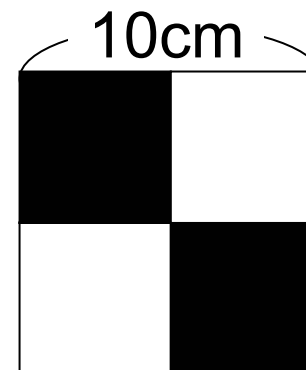


適用例

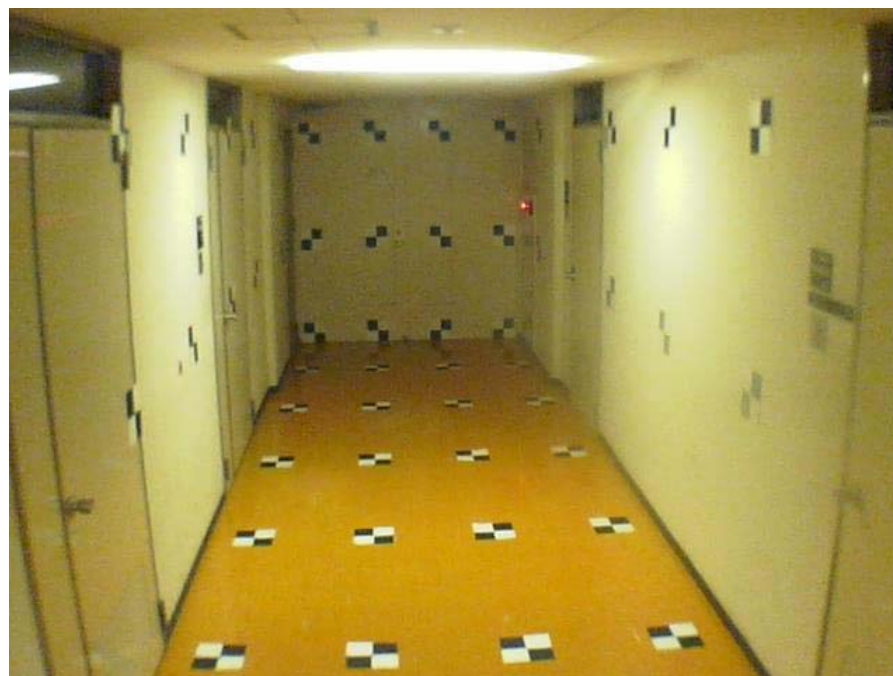


監視空間上にマーカを一定間隔に配置

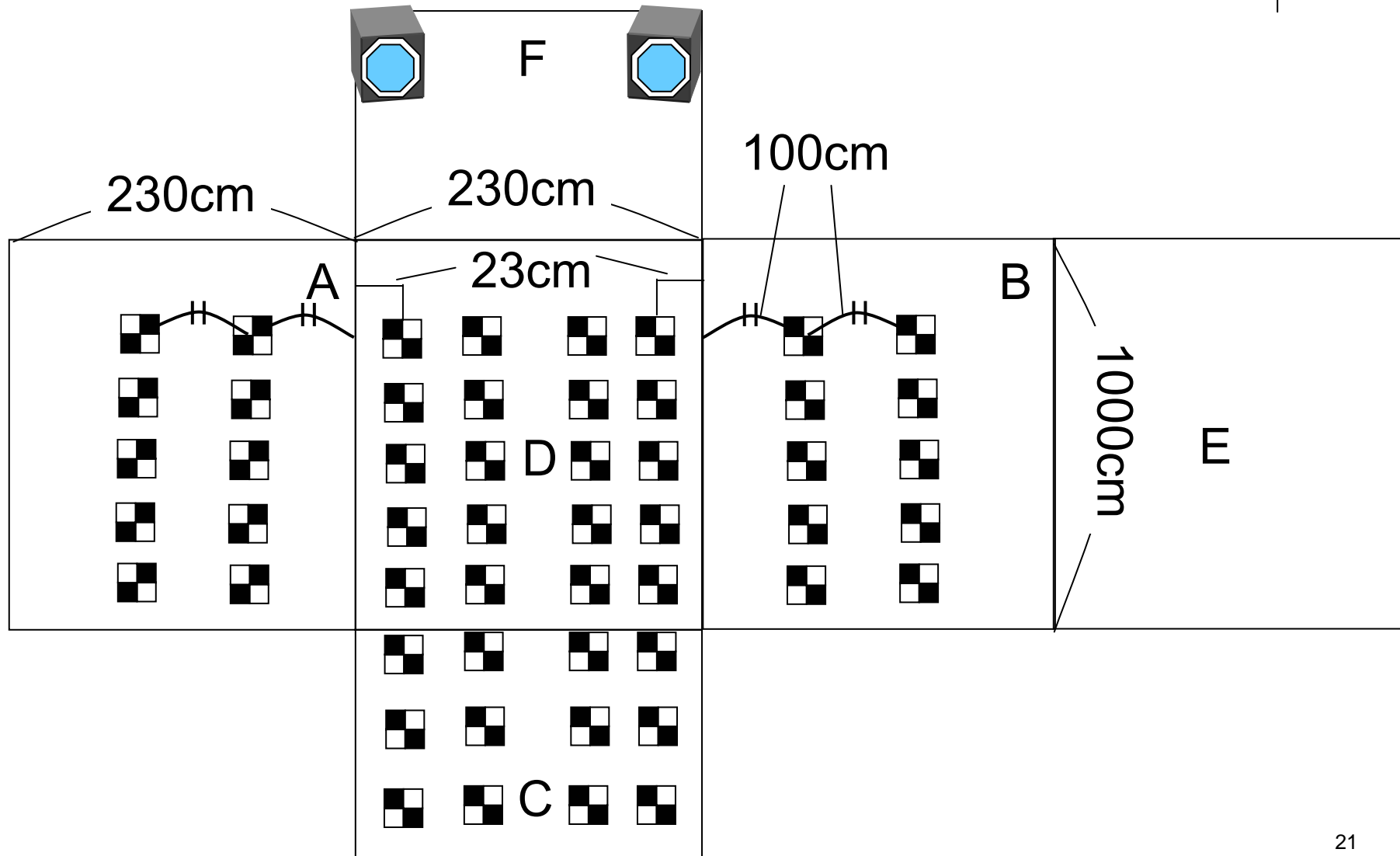
複数のマーカ中心の3次元座標、画像中の座標を用いて射影行列を算出



算出に利用した
マーカ数: 24個



カメラとマーカースの配置



カメラの射影行列を利用したカメラ位置・方向の算出

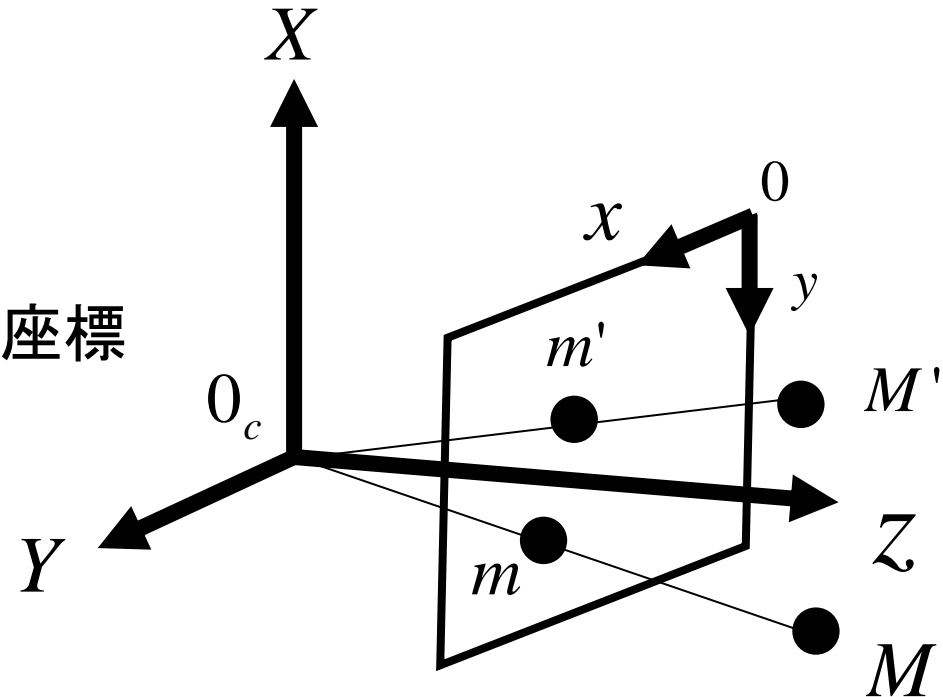


カメラの射影行列:

3次元空間中の点と
画像平面上の点の関係

$$\tilde{M} \cong P\tilde{m} \quad \tilde{x} : x \text{ の同次座標}$$

複数の3次元空間中の点と
画像平面上の対応点の組を
用いて算出可能



算出した射影行列を利用して
3次元モデルの物体面の
頂点を画像中に投影

システムの運用・設置に関して 考慮すべきこと



- 監視空間のモデリングが可能か
 - 複雑な形状の場合は不向き
- 各カメラの設置位置
 - 防犯効果の高い設置位置は？
- カメラと検出処理を行うPCの距離が離れている場合、画像の転送に十分なネットワーク帯域が確保可能であるか

動画デモ



システム構成

- ・ネットワークカメラ: Panasonic BB-HCM371
- ・ルータ: Panasonic BB-HGW502
- ・カメラ画像解像度: 640 × 480(pixel)
- ・撮影フレーム数: 1フレーム/秒
- ・カメラ間の時刻差: 平均0.06秒
- ・処理用PC: Pentium M 1.6GHz、メモリ 1GB