

河川監視のためのビデオセンサ・ネットワーク・システム

— 水位認識と圧縮伝送の融合技術 —

岩橋政宏 酒井龍市
長岡技術科学大学 ウェブドウ(株)

電子情報通信学会ソサイエティ大会 2006年9月19日
「BS-6 ビジュアルセンサネットワーク」(シンポジウム)

コンテンツ

1. 河川監視の防災情報ネットワークを構築
2. 水位の画像認識アルゴリズムの開発
3. 「認識」と「圧縮」の融合（空間方向）
JP2K基底分解を活用した水位検出
4. 「認識」と「圧縮」の融合（時間方向）
ネットワークによる負荷分散

2

河川監視 防災情報ネットワークの構築

研究主体

長岡技術科学大学（電気系、環境建設系）

協力体制

Web開発：地元企業(WebDo)

センサ設置：国交省、新潟県、長岡市、

研究資金：総務省(SCOPE-C)

3

国土交通省 川の防災情報

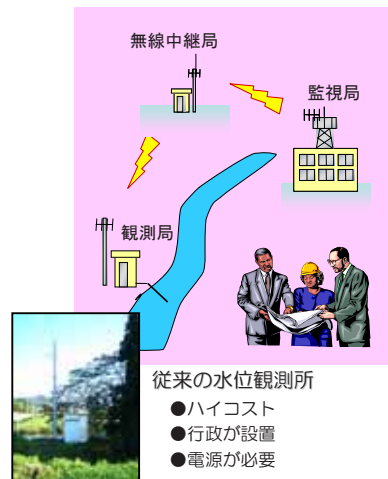
「全国の実タイム雨量・水位などの情報を提供」

<http://www.river.go.jp/>



従来は・・・

- 行政が運用する
- 大規模システム



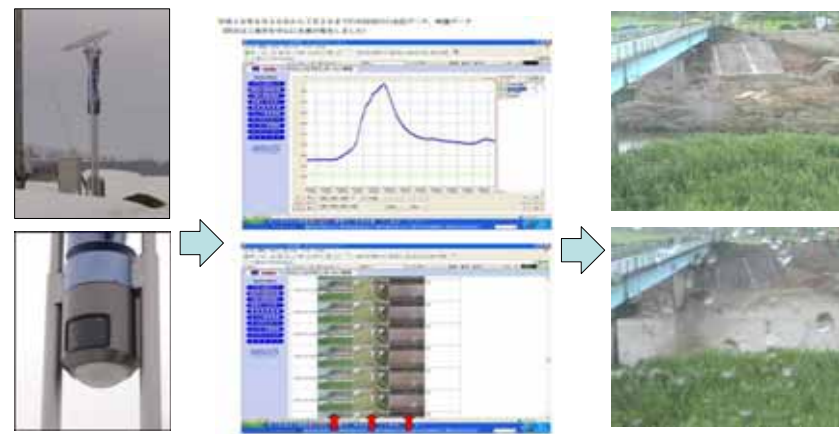
開発すると・・・

- 地域の自主防災による
- 身近なシステム



実証試験中

魚野川 : 国交省信濃川河川事務所
 刈谷田川 : 新潟県河川管理課
 下助川 : 長岡市河川課



身近な場所を



太陽と風で駆動



汎用的なウェブカメラ



柔軟な 知的センサ網 を開発

- ・映像認識 & 圧縮処理
- ・耐災害ネットワーク通信
- ・省電力回路実現技術

融合する

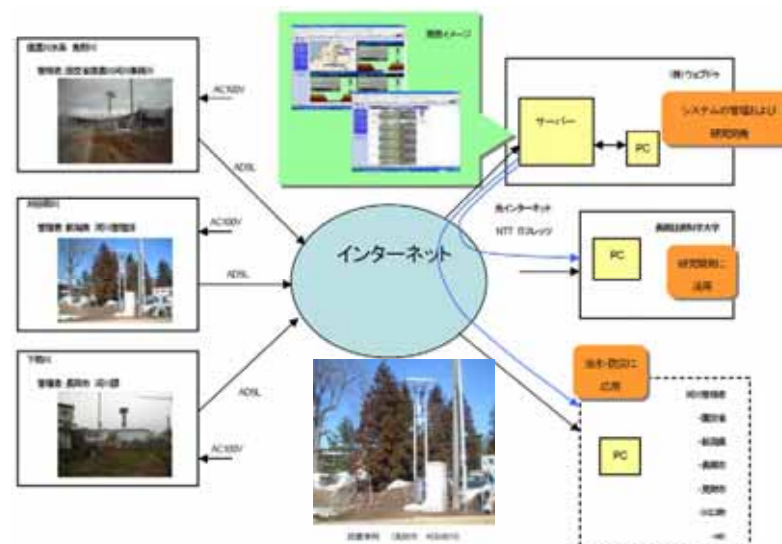


省電力 小型回路

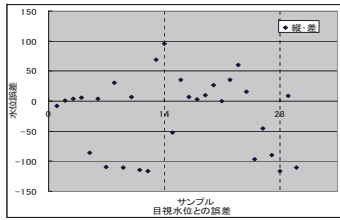
日頃から監視



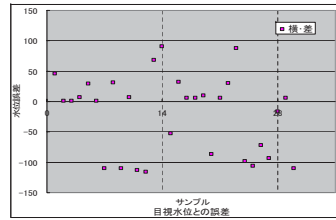
実証システムの構成図



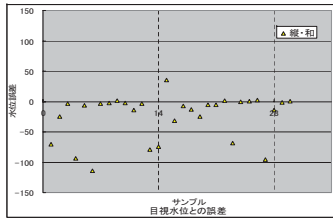
水位検出性能の比較結果



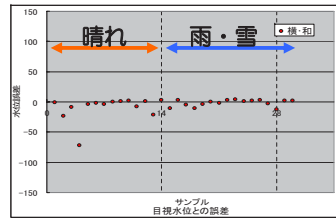
縦微分・フレーム差分 (従来法)



横微分・フレーム差分



縦微分・フレーム加算



横微分・フレーム加算 (提案法)

13

微分フィルタの最適設計と信頼度



クラス内分散・クラス間分散比を評価尺度とする

$$\frac{\Sigma_B}{\Sigma_W} = \frac{P(\omega_L)P(\omega_W)(m_L - m_W)^2}{P(\omega_L)\sigma_L^2 + P(\omega_W)\sigma_W^2}$$

Σ_B : クラス間分散
 Σ_W : クラス内分散
 $P(\omega)$: クラスの生起確率
 m : クラス平均
 σ : クラス分散

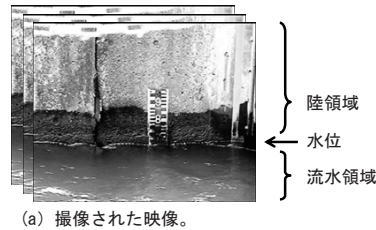


評価尺度による最適化
 係数値、タップ数、方向を適応的に決定する

検出水位の信頼性評価
 クラスタ分離度が良ければ信頼できる検出結果

15

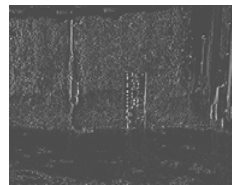
水位検出のための「画像認識」処理 (提案法)



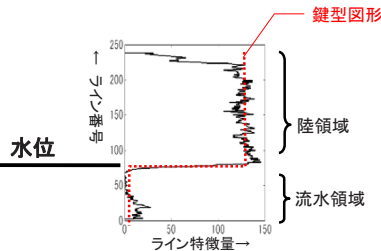
(a) 撮像された映像。



(b) フレーム加算により生成された画像。



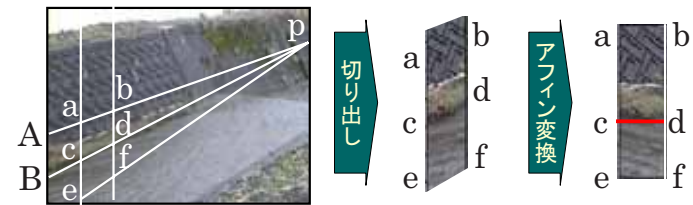
(c) 空間フィルタ処理により生成された画像。



(d) 図(c)に対して計算されたライン特徴量。

14

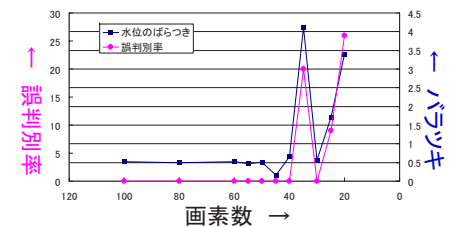
要求される精度



少ない画素数

- 水位凡例
- ▲ 指定水位未満
 - ▲ 指定水位以上
 - ▲ 警戒水位以上
 - ▲ 特別警戒水位以上
 - ▲ 危険水位以上
 - ▲ 計画高水位以上
 - × 欠測・未測定
 - × 閉局

七段階の判別



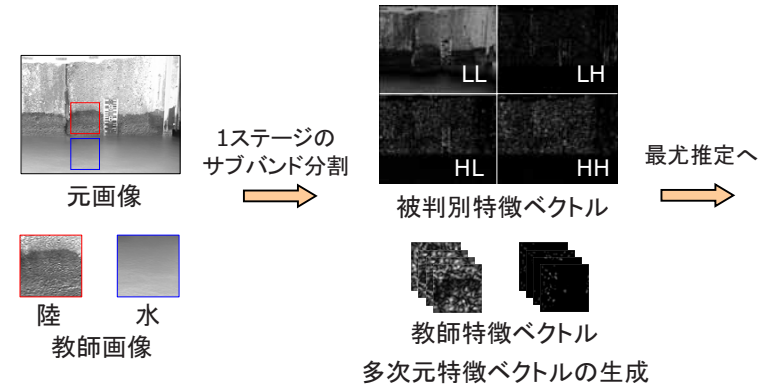
「認識」と「圧縮」の融合（空間方向） JP2K基底分解を活用した水位検出

従来：ガボールで、テクスチャ分類
今回：ウェーブレットで、陸水判別

【認識と圧縮で基底分解を共有】

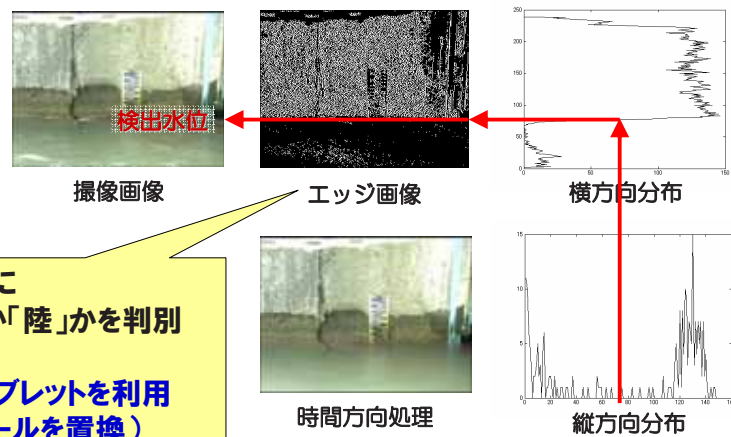
水領域の判別処理(1/2)

- 9/7ウェーブレット変換による特徴量抽出
 - 最適な次元数と帯域の種類を特徴量として選択



※本実験での教師画像サイズは64x64[pixel]

基底分解による画素の判別



画素毎に
「水」か「陸」かを判別
判別に
ウェーブレットを利用
(ガボールを置換)
基底分解を
「認識」と「圧縮」で共有

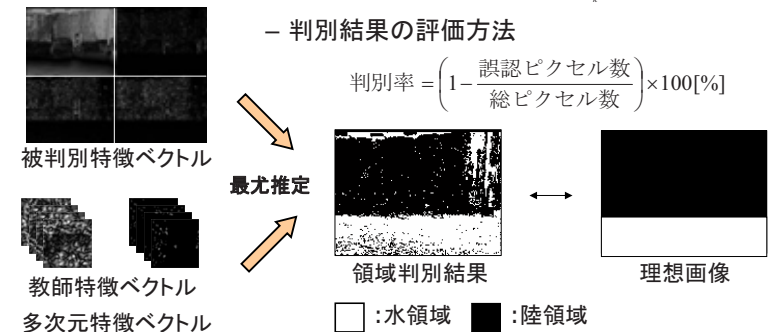
水領域の判別処理(2/2)

- 特徴ベクトルから最尤推定を用いて領域判別

$$p(G(m,n) | T_k) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{L}{2}} |C_k|^{-\frac{1}{2}}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} d_k^2(m,n)\right)$$

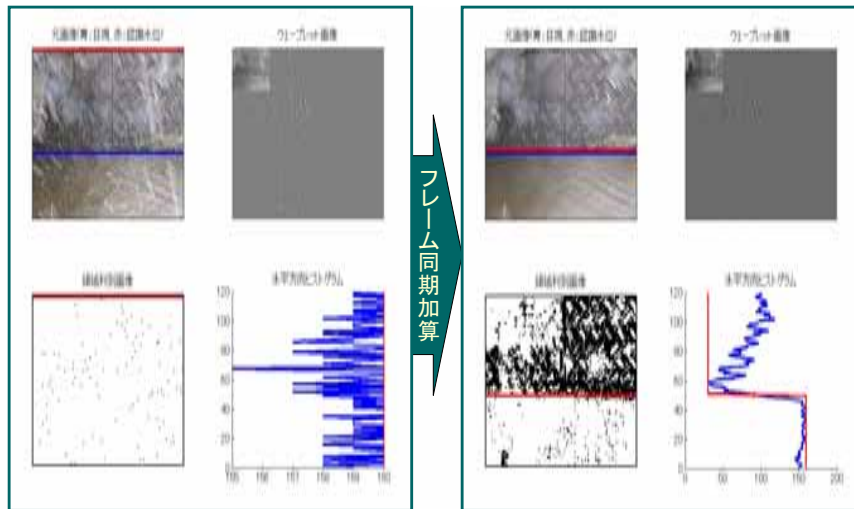
$$\text{ただし } d_k^2(m,n) = (G(m,n) - \mu_k)^T C_k^{-1} (G(m,n) - \mu_k)$$

$G(m,n)$: 教師特徴ベクトル
 T_k : K 個のテクスチャクラス
 d_k^2 : マハラノビス距離
 μ_k : 平均値ベクトル
 C_k : 共分散行列



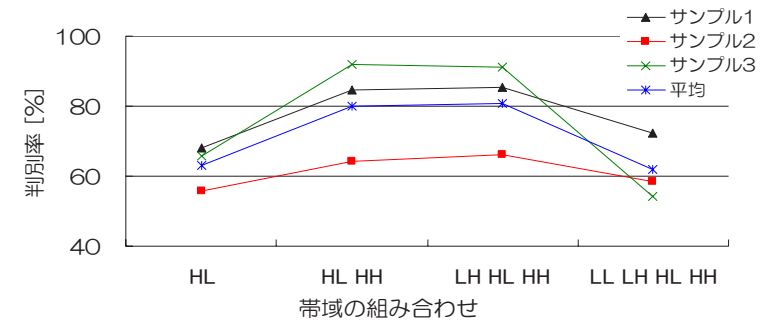
映像の処理結果

激しく雪が降っていても水位検出が可能！



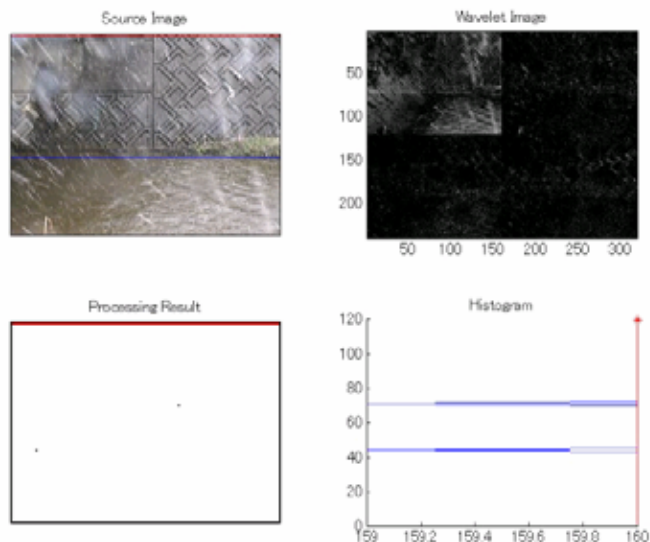
認識にとって必要な帯域は？

- 1ステージ ウェーブレット(LL, LH, HL, HH)
- 各次元数で判別率の高かったものを比較



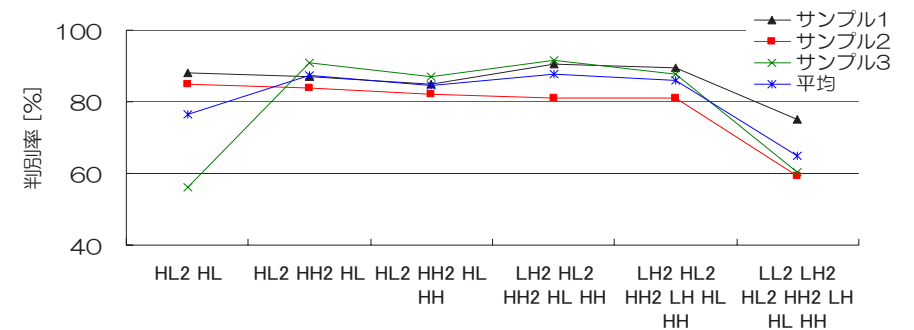
- {HL,HH}や {LH,HL,HH} が高判別率
- LL帯域が判別率を下げている

降雪時の水位検出の様子



認識にとって必要な帯域は？

- 2ステージ ウェーブレット(LL2 ~ HH2, LH ~ HH)
- 各次元数で判別率の高かったものを比較



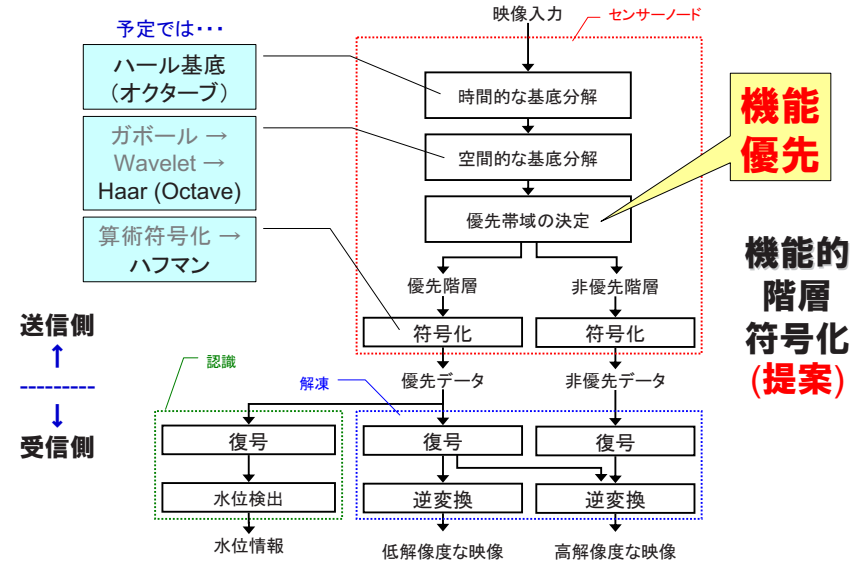
- {HL2,HL}や {HL2,HH2,HL} が高判別率
- 1または2ステージのみより高判別率

「認識」と「圧縮」の融合（時間方向） ネットワークによる負荷分散

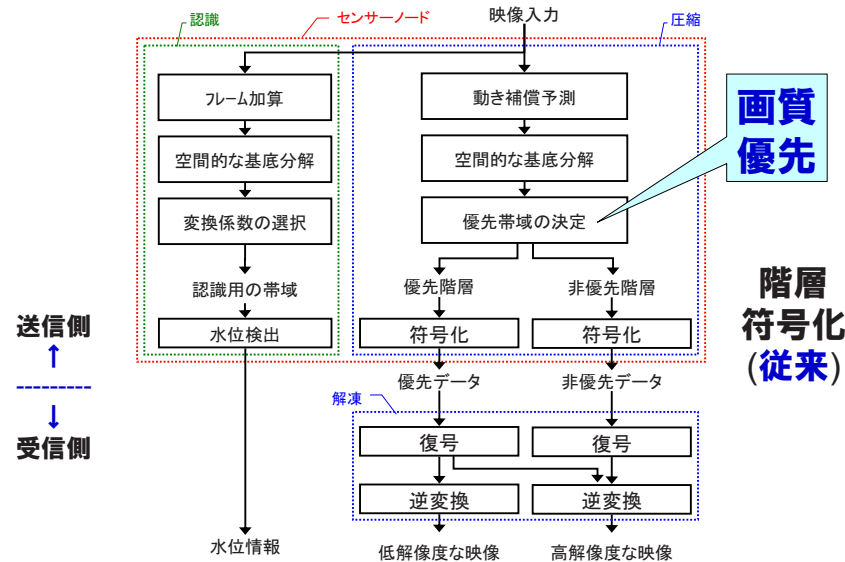
通常： 水位のみ、 僅かなパケット量で
適宜： 概要の画像、 通信量を増やして
稀に： 詳細な映像、 広帯域を使って

【機能的な階層符号化を提案】

25

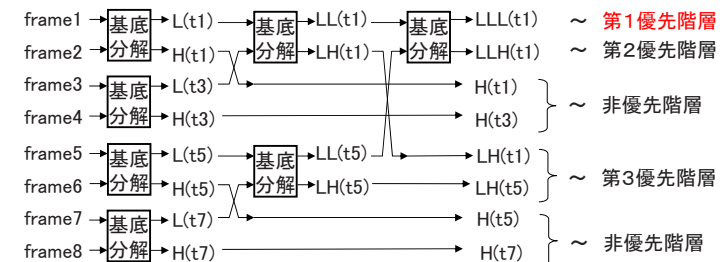


提案法ではセンサーノードの負荷は軽く、受信側で水位を計算 27



従来システムは「水位認識」と「映像圧縮」をセンサーノードが併せ持つ 26

時間方向の基底分解

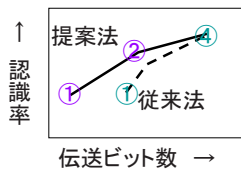
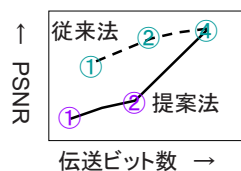


※ハール基底のような軽い処理を想定

- ◎ 認識機能を優先
 - △ 遅延の発生
 - △ 移動体の消失
- 許容する

28

機能的階層符号化の狙い



但し、LLは認識に使わない

	従来の階層符号化	提案する機能的階層符号化
画質 (PSNR)	○ 低解像度 コマ送り	△ 輪郭画像 コマ送り 移動体が消失
機能 (認識率)	△ 考慮していない 必ずしも良くない	◎ 重視している 良い

※圧縮データの一部を送受信した場合での比較

まとめ

1. 河川監視の防災情報ネットワークを構築
2. 水位の画像認識アルゴリズムの開発
3. 「認識」と「圧縮」の融合（空間方向）
JP2K基底分解を活用した水位検出
4. 「認識」と「圧縮」の融合（時間方法）
ネットワークによる負荷分散