



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

ネットワーク型高速ビジョンを用いた 対象と環境の双方向認識

石川正俊

東京大学

近年、セキュリティや自動化交通システムなど、リアルタイムの情報通信を利用した映像情報認識技術の開発が必要とされている。

研究目的

高速ビジョンを搭載した環境や移動体のネットワーク化による双方向情報通信に基づいた実環境の3次元情報把握を行い、通信タイミングの制御や処理遅延の無い情報伝送によって、円滑な情報サービスを提供可能な情報プラットフォームの構築

双方向情報通信に基づく実環境の3次元情報把握を実現するため、以下3課題を設定

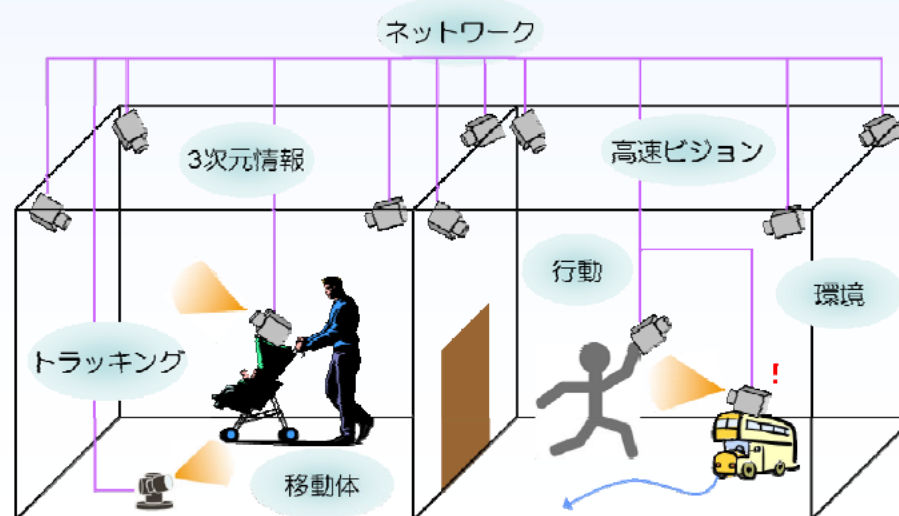
- (1) 高速ビジョンネットワークによる情報プラットフォームの構築
- (2) 環境設置ビジョンによる対象把握
- (3) 移動体搭載ビジョンによる環境把握

シームレスな時空間情報の再構成や、環境内を自由に動く移動体の識別・追跡が実現可能に。

加えて、

- (4) ITS応用を目指したタスク実現
— 高速移動体の衝突回避

を行い、構築システムの実用可能性を検証。



高速ビジョンネットワークによる情報プラットフォームの構築

本システムにおいて、ネットワーク上を流通するデータは**画像取得時刻のタイムスタンプ**、**トラッキングターゲットの位置**、**フラグのみ**
 ⇒ Ethernetの最小フレーム長さの64 byte程度

画素数 640×512 pixels, ビット深度 8 bit のRAW画像データは320 kByteであり、その1/5000程度の圧縮比
 ⇒ ネットワークが破綻せず動作可能

システム内の各高速ビジョンの時間同期

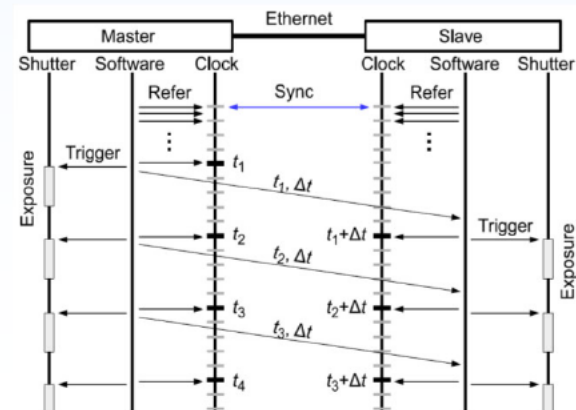
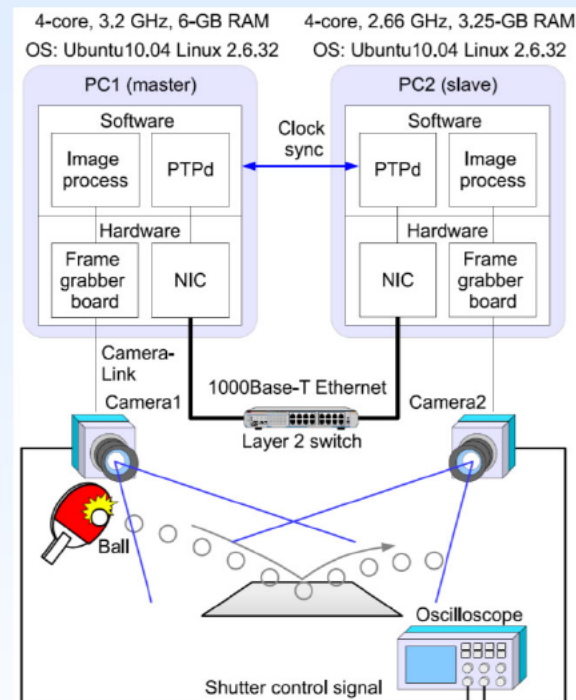
高速ビジョン間の時間同期により、各高速ビジョンから得られたデータを時間軸上において整合性の高いデータ統合が可能
 ⇒ 従来よりも意味のあるデータを取得でき、以下のフレーム同期の実現も可能に！

手法：Precision Time Protocol (PTP) を用いた同期
 結果：ターゲットトラッキングを続けながら、常時時刻がサブミリ秒での「**時間同期**」を実現

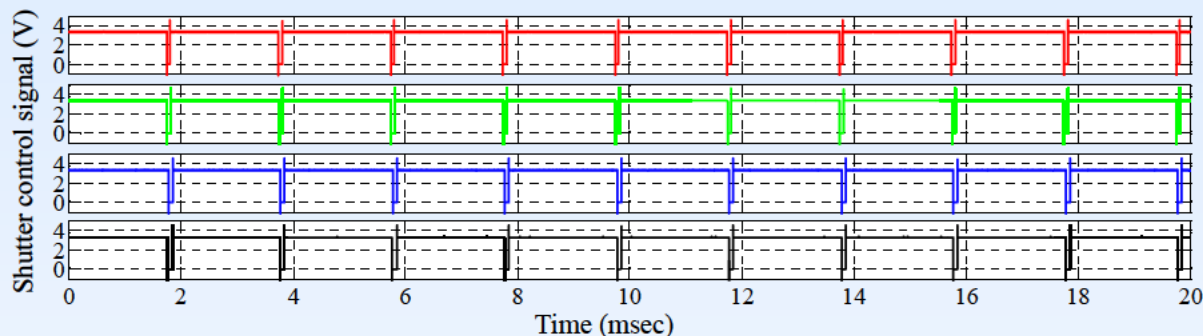
各高速ビジョンのフレーム同期

フレーム間隔よりも十分小さい誤差でフレーム同期を実現
 ⇒ 3次元形状計測等の場合における計測誤差を時間軸上の内挿補完等の処理をすることなく低減可能

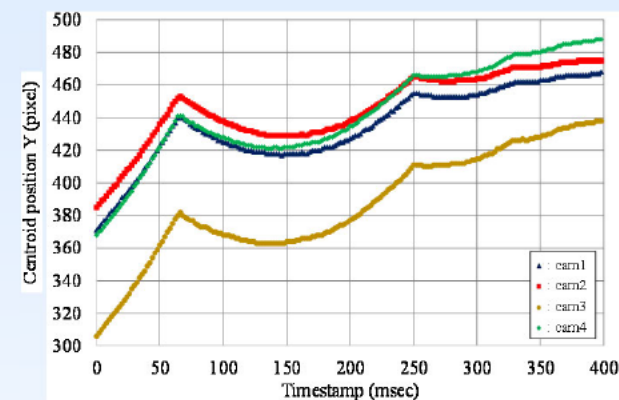
手法：マスタ側のシャッターが切られたときのタイムスタンプ情報と所望のフレーム間隔を基に、スレーブ側の次のシャッタータイミングを導出
 結果：マスタ側・スレーブ側ともに同タイミングでシャッターを切る「**フレーム同期**」を実現



環境設置ビジョンによる対象把握



対象物体の上下方向の運動のみプロット



- 4台の高速ビジョンネットワークでの時間同期・フレーム同期を確認
- 各ビジョンにおいてバウンドするボールの高速トラッキングに成功
- 各ビジョンのデータプロットが 2ms 毎に行われており、かつバウンドの瞬間も同タイミングで取得
⇒ **システムの有効性を確認**

ITS応用を目指したタスク実現

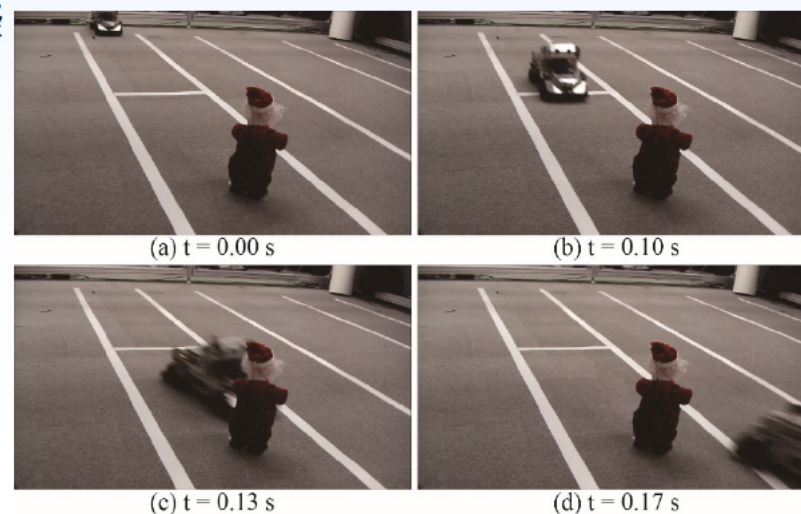
高速走行は高速道路で見られ、高速道路での車線変更を模擬した衝突回避実験 (ITS分野では高速道路での安全運転も解決すべき課題として挙げられており、本実験はその一端を担うもの)

実験条件：

- 移動体速度 — 約10 km/h
(実サイズでは時速 100 km に相当)
- 走行軌道 — 衝突回避の際、車線変更を行うようなアルゴリズムを実装

高速ビジョンネットワークシステム (600 fps) により、**高速移動体の衝突回避を実現。**

低速ビジョンネットワークシステム (30 fps) では衝突。



ネットワークを通じて大規模に展開する高度知能化システムへの道筋をつける基盤技術

- 日常環境での安全かつ柔軟な運用が必要な分野への応用展開
- 高速高精度センシングに限らず，そのセンサ情報を基にした制御性能の向上

セキュリティ

- オクルージョンを排除した上で，人間がどこに移動しても，完全な追跡と行動把握を可能に
- 緊急時には広視野から注視野へと遷移させることで，高精細画像の取得・処理・認識を可能に ⇒ 監視体制の格段的向上
- システムにイベントトリガを導入することで，撮影および動画保存のモード切替えを可能に ⇒ 保存データ量を最小限に



人物トラッキング
個人識別

ITS

- 経路計画や制御アルゴリズムを導入することで，路車間・車車間等のネットワークによる自動運転や運転支援を可能に
- msオーダでの状況把握（移動体の移動量はmmオーダ）を可能に ⇒ 最適な自動運転へ，および交通事故の減少



障害物検出・回避
自動運転制御

その他

高速ロボットの制御やロボットルームへの応用など提案システムが必要となる場面は多岐にわたり，広範における様々な応用展開が考えられる。

高速ビジョンを搭載した環境や移動体のネットワーク化による 双方向情報通信に基づく実環境の3次元情報把握

(1) 高速ビジョンネットワークによる情報プラットフォームの構築

高速ビジョンネットワークシステムの情報量に対する検討を行い、画像特徴量のための伝送であれば実現可能であることを突き止め、実際にシステムを構築するとともに、各ビジョン間の時間同期およびフレーム同期を実現。

(2) 環境設置ビジョンによる対象把握

環境に設置した高速ビジョンを用いた物体の運動認識を実現。ネットワーク上の各ビジョンの視野をまたいでも、情報を欠落することなく、トラッキングおよび対象把握を実現。

(3) 移動体搭載ビジョンによる環境把握

単眼ビジョンでの3次元形状復元を実現。移動体にビジョンを取り付けた際、走行中における多視点画像が得られ、その画像から3次元形状を復元する方法を提案した。実験では、回転中の物体に対して提案手法の妥当性を確認し、形状復元に成功。

(4) ITS応用を目指したタスク実現

高速移動体の衝突回避を例に取り上げ、高速ビジョンネットワークと1/10スケールの高速移動体の統合システムを構築し、従来のビジョンでは衝突回避が出来ない場面において、提案システムで実験に成功。

⇒ **構築システムの有効性を確認**

- ネットワークを通じて大規模に展開する高度知能化システムへの道筋をつける技術
- セキュリティ、ITS、高速ロボット、ロボットルーム等への応用展開が可能