

# 高精度な時刻同期を実現したメディア記録システム

## A high-precision time synchronization for media logging system

曾根卓朗 木谷友哉  
Takuro Sone Tomoya Kitani

静岡大学 創造科学技術大学院 自然科学系教育部  
Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

### 1. 背景

運動を解析するためには、データロガーや映像・音声記録装置を複合的に用いて計測して記録し、収集したデータを正確に統合できることが望ましい。そのためにはデータを記録した位置と時刻が十分な精度で記録できている必要がある。近年、RTK-GNSS等の高精度衛星測位を使うことで記録位置を cm オーダーの精度で求めることは比較的容易になってきた。

一方、データのタイムスタンプから移動体の位置を cm オーダーで決定するには 1 msec またはそれ以上の時刻精度が必要な場合が多い。従来のデータロガーや一般的なビデオカメラ、スマートフォンなどの運動センサや映像記録機能で使われるタイムスタンプでは、内蔵クロックジェネレータの精度や同期に関する通信遅延の影響などの制約で 1 msec の時刻精度の確保は容易ではない。民生用の機器の内蔵クロックジェネレータの精度は様々な要因で 100 ppm オーダーの誤差が生じる場合がある。これはわずか 10 秒程度の収録でも 1 msec の時刻精度を保証できなくなる誤差であり無視できない。ソフトウェアが影響する場合は更に精度が悪化する危険がある。

本研究チームの先行研究[1]で GNSS 時刻情報を元に画像の撮影時刻を高精度に計測する手法の提案を行っている。本稿では、独立したデータロガー間や、慣性運動センサと映像・音声の異なるメディア間での時刻同期を 1 msec 誤差以内で行う手法とシステムを提案する。

### 2. 提案手法

図 1 は試作した実験システムの主要部分のブロック図である。GNSS、IMU からの観測データ及び車両情報をロガー Logger で収集すると同時に、ビデオカメラでビデオ画像を収録している。Logger に接続された GNSS 受信装置はサーバー経由で電子基準点からの補正情報を受信し、RTK 方式にて cm 級の位置精度とナノ秒級の時刻精度での衛星測位を行っている。

提案システムで利用する IMU デバイス (Invensense MPU9250) はサンプリングタイミングで PPS 信号を同時に記録することで IMU のサンプリング周波数の精度で時刻を特定できる。我々の研究成果[2]を用い、IMU データを長時間に解析することで、更に高い精度で特定することも可能である。この手法は IMU のサンプリングが安定して一

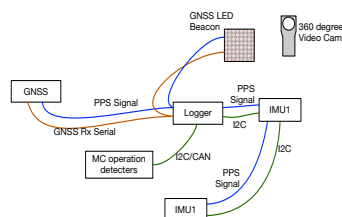


図 1: 実験システム

定間隔である性質を利用している。サンプリング周波数が 1 kHz のデータの評価では平均 0.136 msec の誤差で時刻を特定できた。

ビデオカメラ映像の撮影時刻を高精度に決定するために、映像内に GNSS 時刻信号で点灯させた LED を写し込ませる方法を採用した。先行研究[1]では GNSS 受信モジュールが生成した高精度の PPS (Pulse Per Second) 信号で駆動した 1 個の LED を使う方式を提案し PPS 信号を

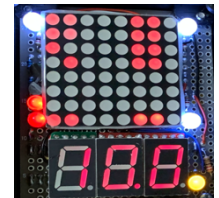


図 2: GNSS LED  
ビーコン

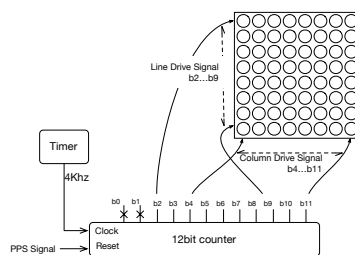


図 3 回路概要

PPS 信号を 1 個の LED を使う方式を提案し PPS 信号を 1 個の LED を使って検証を行った。この検証方式は画像 1 枚毎に撮影時刻が決定できるため、フレームレートが安定しない機器でも適用できるメリットがある。本稿の実験システムではこの複数 LED

方式を拡張した GNSS LED ビーコン(図 2,3) を製作して映像の撮影時刻を 1 msec 精度で決定している。原理的には最低 10 個の LED があれば 1 msec 単位の時刻の読み取りは可能であるが、冗長化した点灯パターンを使って読み取りエラーを低減させると同時に画像認識が容易にするためのマーカー LED も追加している。

データロガーの CPU の割り込み信号に接続することで、取得したデータに高精度のタイムスタンプを付与できるようになる。時刻の精度は CPU の能力や I/O 性能、ソフトウェア性能により変動する。近年一般的に使えるプロセッサを使えば 1 msec 以下の精度とするのは比較的容易である。



### 参考文献

- [1] 前田 武大, 安藤 隆史, 木谷 友哉, “測位衛星の時刻情報を用いたカメラ映像のフレーム時刻推定手法の提案と時刻精度の評価,” 情報処理学会研究報告, vol. 2020-ITS-80, no. 8, pp. 1-6, March 2020.
- [2] T. Ando and T. Kitani, “A Time Alignment Method for Multiple Sensing Systems with GNSS Timing and IMUs with Frame-Sync Input,” 2020 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops), Austin, TX, USA, 2020, pp. 1-6