

TossCam の開発

—Beyond fixed camera—

1. 背景

過去 10 年において、コンシューマー向けのカメラモジュールの開発は小型化と高画質化という二つの軸が中心に行われて来た。換言すれば、これまでのカメラの開発の歴史が「小さくて綺麗に撮れるカメラ」というものを目指して来たといえる。

一方で、カメラモジュールの性能は全体的に底上げされている。特に、シャッタースピードや FPS といった時間的な性能も大きく向上した。これにより、性能としてはカメラが運動してもブラーのない写真群を撮ることが可能となっている。このように従来にはないようなカメラシステムを生み出すポテンシャルがあるにもかかわらず、依然としてコンシューマー向けのアプリケーション、システムには全く注目されてこなかった。

将来的に運動するカメラシステムが可能になれば現在からは想像のつかないアプリケーションが生まれる可能性がある。例えば、カメラが入り込んだボールでサッカーをプレイすることでボール視点での映像が楽しめたり、災害などで高い壁で覆われた際にも周囲環境を取得し、安全地帯まで高い確率で逃げ切ることが可能になると考えられる。

2. 目的

前述のように「運動するカメラシステム」という方向の先には、様々な可能性がある。本プロジェクトでは、その一つとして「人間ではできない程激しい運動のなかで撮影可能なカメラシステム」を目標とし、ボールを初めとする高速回転を伴う運動形態下でも映像を撮影するシステムを実装する。

このようなシステムがあれば前項にて述べたアプリケーションへの達成への展望が開けるはずである。一方従来システムでは、このような運動下においては激しいモーションブラーが生じ、意味のある画像を撮影できなかった。また、提案者は高速カメラを用いてこのような運動下でも動作するアプリケーションを提案してきたが、これもまた画角の狭さなどから実用的であるとは言い難かった。

これらの課題を踏まえ、本プロジェクトにおいては以下の要件を満たすカメラシステムを開発することにした。

- 高速な運動環境下においてもブラーレスな映像を撮影する機能
- 回転しても安心な全周囲映像の撮影
- スタンドアロンでの動作を可能とするアーキテクチャ
-

3. 開発の内容

主に下記二つについて述べる。

- プロトタイプ Type I
- プロトタイプ Type II

【Type I システム概要】

開発システムの概要を図 1 に示す。具体的な使い方としては、ユーザーは撮影したい環境で本システムを投げる。本システムは投擲中に画像群を取得し、投擲終了後にキャリブ

レーションや球面空間への投影、画像合成を経て全周囲画像を生成する。

本システムでは数十マイクロ秒単位で時間同期された 6 台のカメラから 1/15 sec ごとに画像を取得しているため、カメラ間の撮影時間の差分はカメラ運動や被写体の運動に対し十分に短く、いずれも静止しているものと近似できる。

また、全周囲映像の取得とブラーレス映像の取得という二つの目標に対し、Type I では図 2 のようなアプローチを採用した。

以上のようなシステムを構築し、撮影を行った。この時の撮影結果の一部を図 3 に示す。



図 1 Type I システム概要

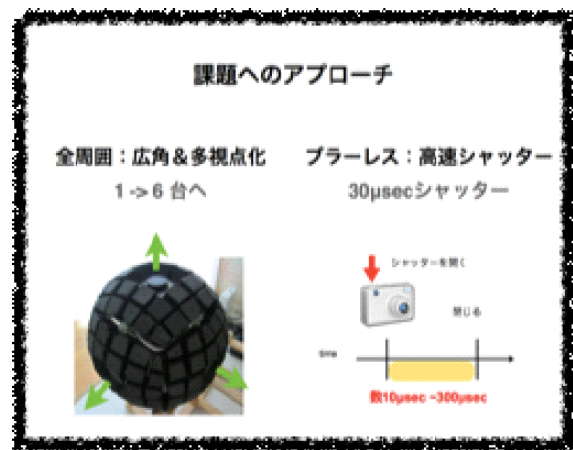


図 2 Type I で採ったアプローチ

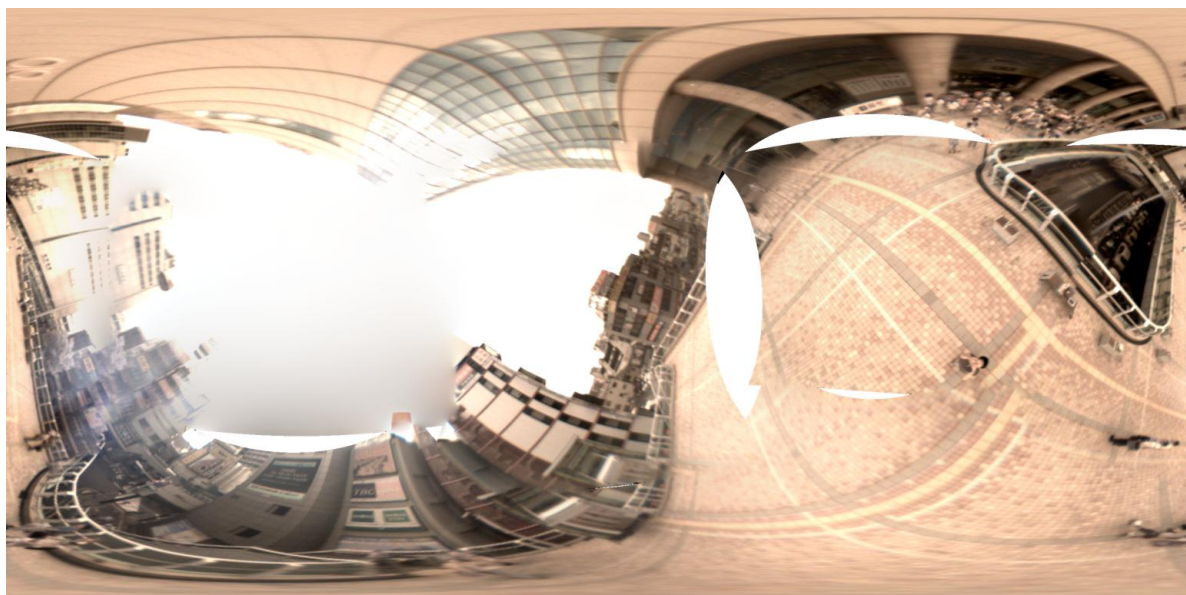


図 3 Type I での撮影結果

【Type I エンクロージャ】

Type I においては、特にエンクロージャの開発に注力した。エンクロージャはカメラと画像取得ボードを外部の衝撃から保護し、かつカメラの配置を決定する重要な機構である。組み立てる際にどのような構造であれば、複数台のカメラの設置、組上げが可能かという問題がある。特にカメラを設置する際にはエンクロージャの外から止めるか、内側から固定するかを工夫しないと全体の組上げができないという例があった（例えば半球二つからなる球面に 6 台の長方形型のカメラを 4 隅固定で設置することはできない）。

本プロジェクトではカメラ1台毎に取り外し可能な球面パーツを一つ配置することで、固定と組み上げの問題を解決した(図 4)。今回は球面の等配置にしたが、この機構自体は等間隔でない場合にも応用することができる。

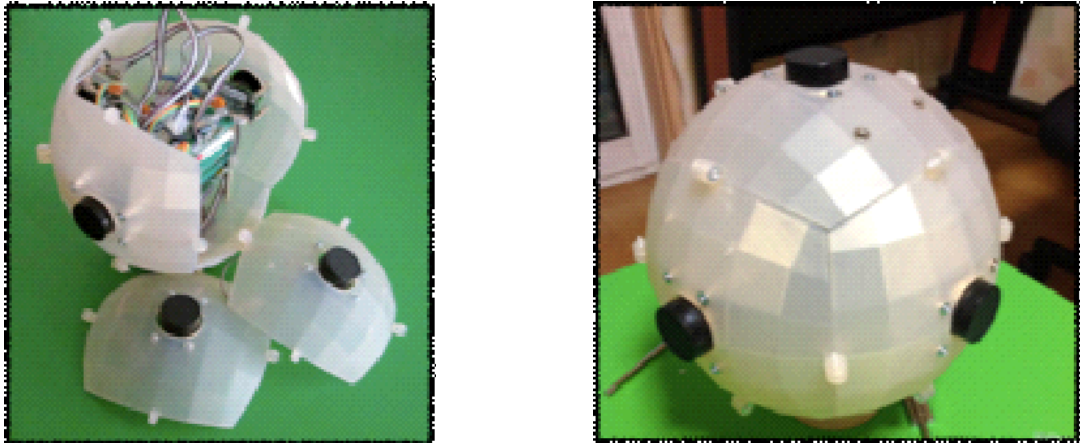


図 4 Type I エンクロージャ

【Type II システム概要】

Type I で撮影した際に、二つの大きな問題点があった。一つは FPS である。FPS とは 1 秒間辺りに撮影する画像の枚数であり、運動するカメラにおいてはこの値が大きい程、画像間の動きが小さくなり、なめらかな映像が取得できることを意味する。Type I では 15 fps 程度のスペックであったが、撮影した映像はカタカタとしていて、目標とする映像にはやや遠かった。

二つ目の問題点は大きさである。Type I は全長 20cm 程度とバスケットボールサイズのシステムになってしまった。これにより、10m 以上離れた被写体のみで構成されるシーン以外では、被写体に対してカメラ間で視差が生じてしまい画像合成が上手く行かなくなってしまった。

Type II はこれら二つの問題を解決する目的で設計された。それゆえ従来のカメラシステムにはなかったアーキテクチャをとっている。Type II の外観を図 5 に示す。Type II ではおよそ 60fps での全周囲画像取得に成功している。



図 5 Type II システム

4. 従来の技術(または機能)との相違

Type I、II いずれも従来のスタンドアロンカメラシステムとは異なる点としてシャッタースピード、FPS がともに大幅に増加している点が上げられる。これにより、当初目標としていたように従来のカメラでは難しかったボールのような高速運動環境下においても、ブラーのない画像を撮影することができる。

5. 期待される効果

開発したシステムにより、従来では撮影が難しかった空中の視点からの映像が取得できることとなった。これらの映像は、映像自体はブラーのない画像であり、従来の画像処理技術で十分処理することが可能である。従って本プロジェクトで開発したプロトタイプ程度でも、これまで画像処理分野で培われて来た3次元復元や自由視点映像などの枠組みで撮影映像を利用することで、これまでになかった新しい映像コンテンツが生まれることが期待できる。

6. 普及(または活用)の見通し

本システムのハードウェア1台あたりのコストは15万円程度となっている(人件費等は含まない)。その内約10万円がエンクロージャの3Dプリンタによる制作費である。本プロジェクトではプロトタイプ制作であったため、容易に改良可能な3Dプリンタを利用した。しかし、製品化を前提とした場合には、このプロセスは金型からの樹脂成形に置き換えることが可能である。一般に同等の樹脂成形のコストは1台あたり高々数千円と、大幅なコスト削減が可能である。その点で現状のシステム構成でも5万円前後までコストを抑えることが可能と言える。

昨今のコンパクトデジタルカメラは、1台1、2万円程度で非常に安価である。従って同様の市場を狙うのであれば、さらなるコストダウンが要求される。今後は低価格化による普及を目指すよりもコンテンツの差別化を図り、新たな市場の開拓を模索する方向を想定している。

7. クリエータ名(所属)

竹岡 英樹(東京大学大学院 情報理工学系研究科 博士課程)