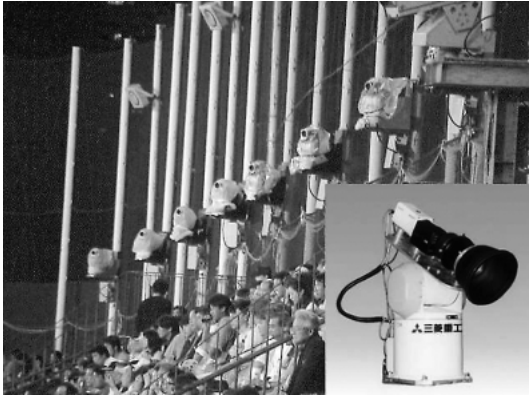


Eye Vision™ 用パンチルトに応用されたロボット技術について

MHI Robot Technology for Eye Vision™ Pan-Tilt

辻 洋 下 山 公 宏
藤 田 淳 川 内 直 人



スポーツ中継におけるファインプレーのリプレー等で、プレーした選手の裏側へぐるりと回り込んで別のアングルから見るような回転映像を、録画・再生できる新しい映像システム（Eye Vision™）が米国で開発され、2001年の第35回米国スーパーボールで全世界に生中継された。このシステムは複数カメラで同一被写体を同時に撮影するというカメラ制御技術が要求される。これに対し、汎用ロボット“PA10”とアンブ一体型モータという当社2つの既存技術の応用により、3ヶ月という短期間でカメラ制御用高性能ロボット（パンチルト装置）の開発に成功し、実用に供された。

1. はじめに

CMU（米国カーネギーメロン大学 元ロボット工学研究所長 金出武雄教授）とCBS（米国3大ネットワーク）にて開発された新しい映像システム（Eye Vision™）が、米国において2001年のアメリカンフットボール第35回スーパーボールや、北米アイスホッケーリーグのスタンレーカップのテレビ中継で使用された。また、日本でも2001年7月にフジテレビにおいて“巨人VSヤクルト”3連戦で野球中継に使用された。

このシステムは、向きを自在に変えることのできるカメラをスタジアムの周囲に約30台設置し、すべてのカメラを連動で制御して選手を撮影するものであり、カメラの向きを変える装置として三菱重工のロボット技術が使われた。

2. Eye Vision™ システムの概要

Eye Vision™は、1つのシーンを数十台の異なる方向からのカメラで同時に撮影し、デジタル技術によってこれらの画像を瞬時のうちに連続的につなぎ合わせ再生するシステムである。これにより、スポーツ中継におけるファインプレーのリプレー等で、ある選手の裏側へぐるりと回り込んで別のアングルから見るといった、今まで不可能であった回転映像を臨場感たっぷりに作り出すことができる。

スタジアムを取り囲むように周囲に設置されたカメラは、すべてコントロールルームから遠隔で操作され、カメラの方向（パン・チルト）とズーム・フォーカス・色合い等をコントロールできる。

複数のカメラの中から任意のカメラを選択し（このカメラがマスタカメラとなる）オペレータが操作すると、他のすべてのカメラ（スレーブカメラ）がマスタカメラの動きに連動して追従し、同一被写体をあらゆる角度から同時に撮影する。

例えばマスタカメラが一人のプレーヤーを追えば他のカメラはすべてそのプレーヤーを追い、ボールを追えばボールを追う。

図1は、神宮球場の野球中継に使用された30台のカメラ配置とその映像を示す。30台のパンチルト装置上のカメラは、オペレータが操作するマスタカメラの向けた方向へ一斉に連動し、ホームベース周辺を同時に撮影している。この画像を連続的に切り替えて再生すれば、視聴者はホームベースの周りを裏側へ回り込むようにぐるりと一周するような映像を見ることができる。

このシステムはCMU（米国カーネギーメロン大学 元ロボット工学研究所長 金出武雄教授）が中心となって開発したリアルタイムロボット制御技術及び、すべてのカメラが

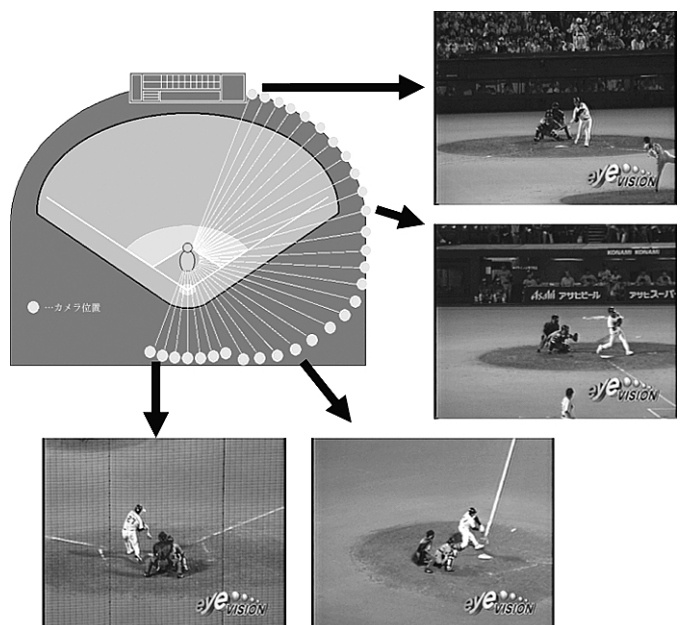


図1 スタジアム周辺のカメラ配置とその映像例

じ対象物を同じ大きさで撮影するキャリブレーション技術と、CBS（米国3大ネットワーク）が開発したデジタル映像処理技術に、三菱重工のロボット技術を融合させることにより実現した。

3. パンチルト装置要求仕様

Eye Vision™を実現させるためには、スタジアムの周囲に設置された複数のカメラすべてが、同時に、同一被写体を、同じ大きさで撮影することが必要となる。これらの条件が一つでも満たされなかったら、映像を順番につなぎ合わせて再生しても、スムーズに回転する映像とはならない。特にズームによる撮影で一人の選手をカメラが追いかけて続けるような場合は、僅かなカメラ角度のズレが映像に与える影響は大きく、最悪の場合は選手が画面から外れてしまう。

したがって、Eye Vision™に使用されたパンチルト装置に求められる性能は、速く滑らかに正確にカメラを動かすことである。具体的な要求仕様を以下に示す。

TV中継に使用する約3 [kgf] のカメラを搭載できる。

30 [msec] ほどのリアルタイムですべてのカメラが位置（角度）指令を入力できる。

パン軸及びチルト軸の位置決め精度 ± 0.1 [deg]。

最大動作速度 15 [deg/sec]。

設置の容易性を考慮し可能な限り小型軽量化。

30台。

開発・製作期間 3ヶ月(スーパーボール中継までの与期間)

4. パンチルト装置開発と投入されたロボット技術

カメラの角度を変えるパンチルト装置は、監視カメラ等で安価な製品が多く存在するが、前述した要求仕様を満足させるような製品（リアルタイム性の確保と高精度の位置決め）は存在しないため、専用ロボットとならざるを得ない。また、このロボットの開発・製作を3ヶ月で行うために、現状保有しているロボット技術を有効に活用した。以下にEye Vision™用に開発されたパンチルト装置へ投入されたロボット技術を記す。

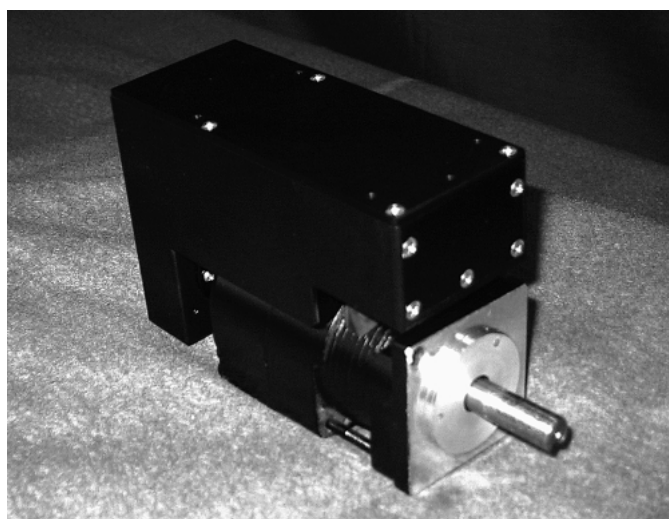


図2 アンパー体型モータ

4.1 汎用ロボット“PA10”

カメラの方向を制御するパンチルト装置は、直行する2軸によって構成されている。この軸構成は一般的な多関節ロボットアームの一部を抜き取れば実現可能となる。汎用ロボット“PA10”は、可搬重量10 [kgf] に対して、ロボット重量約38 [kgf] と、軽量かつ剛性設計が施されており、小型軽量化設計が必要なパンチルト装置には最適である。またマニピュレータ制御系には高速シリアル通信であるARCNETを採用しており、30 [msec] ごとにすべての位置（角度）指令を入力できるというリアルタイム性も確保されているため、制御系においてもロボットの手法の応用で適用可能となる。以上から、当社の汎用ロボット“PA10”の一部を応用・改造して使用することとした。

4.2 アンパー体型モータ（機体内省配線システム）

ロボット内のモータを駆動するサーボアンプは、ロボット自身の小型化の観点から汎用ロボット“PA10”も含めてロボット外部に配置されることが多い。しかし、Eye Vision™で使用するパンチルト装置のように、スタジアム外周部へ設置される状況を考えて、観客の視界確保や安全対策の点から狭い箇所や高所への設置が避けられないため、装置とは別置きサーボアンプは、極力不要としたい機器である。

この要求に対応すべく、当社で開発されたアンパー体型モータ（図2）をパンチルト装置のアクチュエータとして使用した。これはモータ駆動のサーボアンプをモータと一体化できる程小型化を図り、装置本体内部への組み込みを可能にする。同時に、ロボット内部の配線を動力線と信号線のみとできるため、省配線化を可能とするものである。

4.3 パンチルト装置概要

開発したパンチルト装置の機能仕様を表1 構造を図3に、外観を図4に示す。

5. 改良型パンチルト装置

前述のパンチルト装置は開発・製作を期間3ヶ月という短期間で実現しフィールドに適用することができた。その際、

表1 パンチルト装置の機能仕様

	Pan 軸	Tilt 軸
可動範囲 (°)	± 90	± 45
最大速度 (deg/s)	15	
可搬重量 (kg)	3	
原点センサ	リミットスイッチ+モータエンコーダ	
使用温度 (°C)	0 ~ 40	
自重 (kg)	15	
入力電源 (V)	DC140 (モータ), DC24 (制御)	
制御	位置/速度	
アクチュエータ	ACサーボモータ (100W 定格)	
軌跡精度 (°)	± 0.1 (15 deg/s, 30 msec 毎の連続位置指令動作時)	
制御入力	ARCNET (5Mbps, 10Mbps 対応可能)	
連続位置指令制御周期	最小 5 msec まで可能	

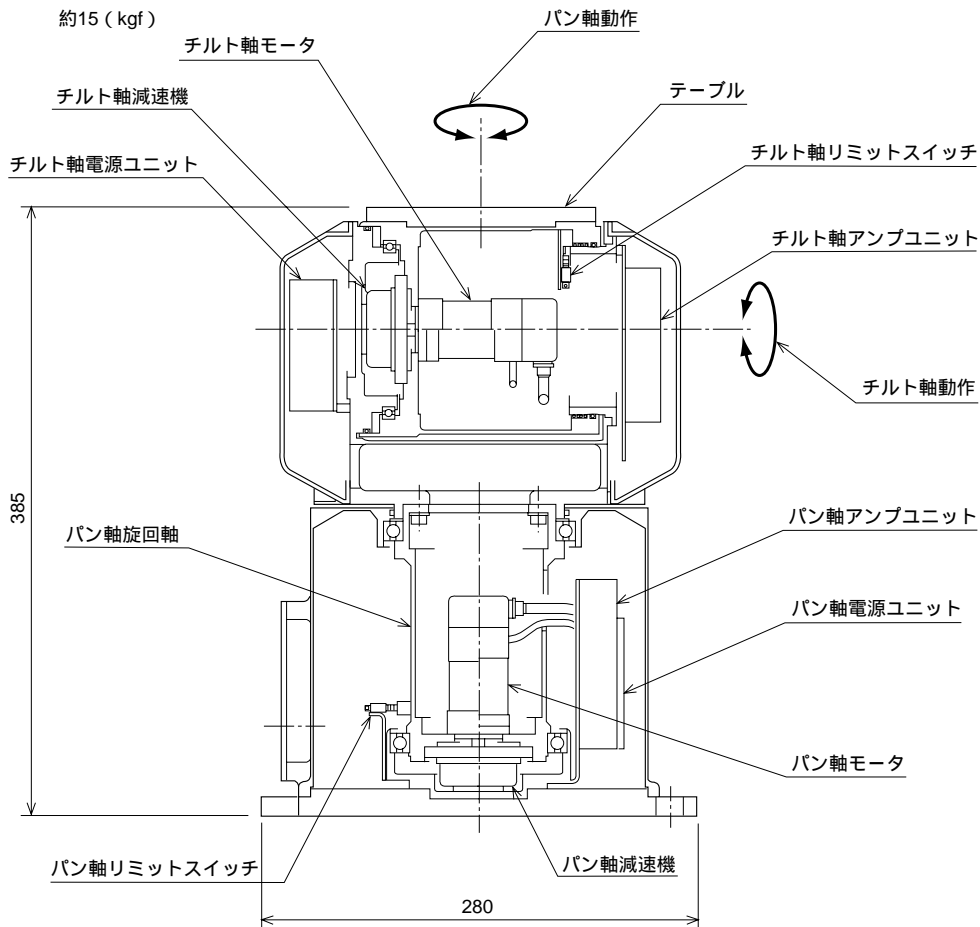


図3 パンチルト装置構造

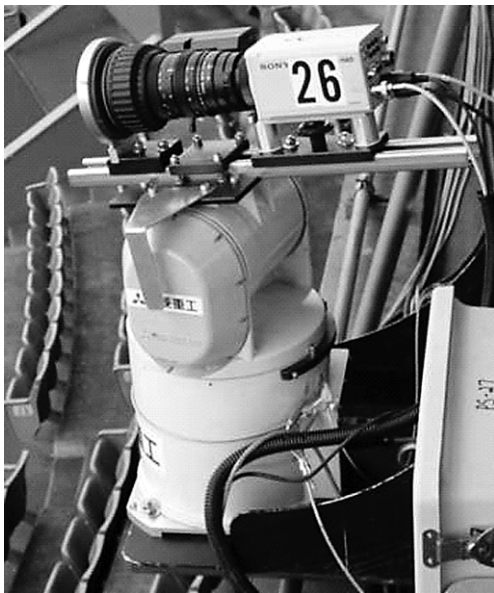


図4 パンチルト装置外観

米国・日本での運用実績に基づいてパンチルト装置の機能・性能に関し、改良点が見出された。

そこで取扱性を考慮した改良型パンチルト装置を開発することとなった。以下にその概要を述べる。

5.1 防滴構造・結露対策

屋外スタジアム等への恒設も視野に入れて、雨や結露に対

- する耐環境性を向上すべく、以下に示す対策を実施した。
- (1) すべての装置内外境界に上方からの防滴構造を採用。
 - (2) 装置下方に通風口及びサーキュレータ用ファンを装備し、内外気循環による結露防止。
 - (3) 電気基盤はコネクタ部を除き樹脂コーティング。

5.2 小型軽量化

スタジアム等への設置の際、観客の視界確保や安全対策から、装置設置位置が狭あい箇所や高所である場合が多く、装置の小型軽量化が強く望まれた。

軽量化に当たり、汎用ロボット“PA10”の設計思想を取り入れ、一部部品の共通化とアクチュエータ部の小型化を実施した。

5.3 メンテナンス性向上

装置小型及びアンプ内蔵化の観点からアンプ一体型モータをロボット内に搭載した。

しかし、アンプ部のメンテナンスを行う場合にロボットの分解が必要となり、それは同時にスタジアムに設置したロボットの取り外し作業を伴う。よって、メンテナンス性向上のために、サーボ部を着脱可能な埋め込みユニット構造としてロボット側面に取り付け、必要な際はユニットのみ取り外しができるよう変更した。

5.4 改良型パンチルト装置概要

以上の項目を設計に反映し改良したパンチルト装置の構造を図5に、外観を図6に示す。

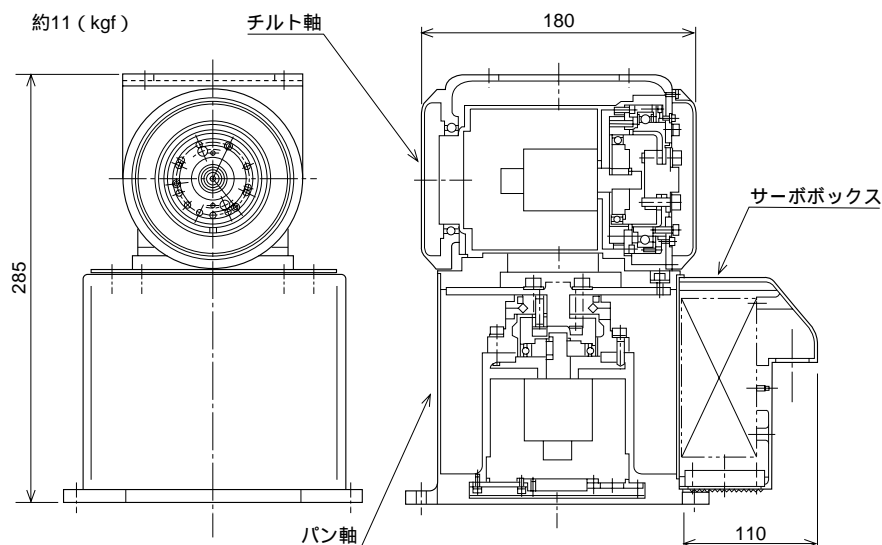


図5 改良型パンチルト装置構造

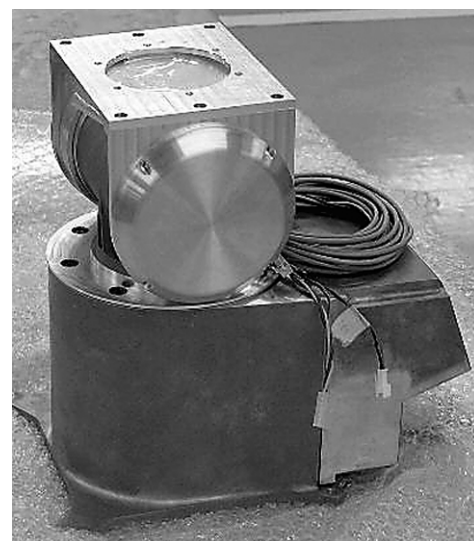


図6 改良型パンチルト装置外観

6. ま と め

Eye Vision™で使用されたパンチルト装置は、高度な制御性が要求される。そこで、当社の保有するロボット技術の組み合わせにより、約3ヶ月で30台のロボットを納入し、スーパーボールの全世界中継に使用された。また、国内での野球中継にも使用された。その運用実績より、さらに小型軽量で耐環境性、メンテナンス性を向上させた改良型のパンチルト装置の開発を実施した。

ここで開発したパンチルト装置及びその技術を用い、今後はEye Vision™のみならず、フィギアスケートや劇場の照明設備、監視カメラシステムへの応用等、多方面への適用を視野に入れたロボットビジネスへの参入可能性を探ってゆく。

本装置の実用化に対してご指導いただいた、金出武雄教授（米国カーネギーメロン大学 元ロボット工学研究所長）及び、スポーツ中継において国内初の本システム導入にご協力いただいた、(株)フジテレビジョンに感謝致します。

Eye Vision™ is a registered trademark of the Revolution Company, LLC and/or its affiliates.

参 考 文 献

- (1) 大西, 大西; “可搬式汎用知能アーム オープンロボットの提案” 日本ロボット学会誌 Vol.12 No.8(1994)
- (2) 大西, 時岡, 大西, 弘津, 大道, 白須; “可搬式汎用知能アームの実用化” 日本ロボット学会誌 Vol.18 No.1(2000)
- (3) 伊佐, 小川, 見持, 川内, 鈴木, 放送技術11月号(2001)



辻洋
神戸造船所
新製品宇宙部
ロボットグループ
主席



下山公宏
神戸造船所
新製品宇宙部
ロボットグループ



藤田淳
神戸造船所
原子力機器設計部
装置設計課



川内直人
技術本部
高砂研究所
機械装置研究室