

図が示しているよう、にマーカは1番から順番に点滅を行い、n番まで行くとまた1番に戻り点滅を行う。

そして点滅がn番から1番へ戻る間で、位置データから三次元データへの変換を行う。

以下がマーカ1～6個を計測した時のサンプリング速度である。

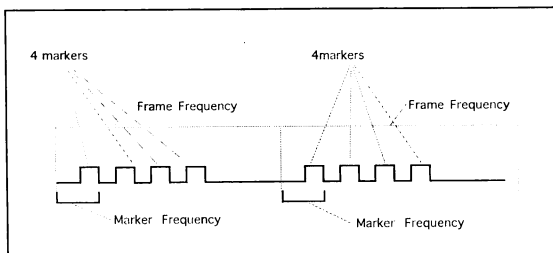
1 マーカ時：1200Hz

3 マーカ時：700Hz

6 マーカ時：450Hz

この方法とは別に位置座標をすべて取り込み、計測後まとめて三次元データへと変換する方法もあり、この場合三次元データへ変換する時間は必要としない。

また各マーカは常にシステム制御装置に管理されているため、マーカの位置が一時的に計測視野から外れ、再度計測視野に戻ってきてもマーカを見失うことはない。



以上、OPTOTRAK3020はユーザキャリブレーションを必要とせず、常に高精度・高速処理を行えるその特徴から、

- ・ medical device tracking
- ・ human motion studies
- ・ robot calibration
- ・ ditzitization for part inspection

など多様な分野で応用されている。

●製品紹介●

3次元形状の動的計測装置

Quick MAG/Quick PHASER

芝田 勉

(株) 応用計測研究所技術部

1. はじめに

時々刻々変化する3次元形状を動的に計測するやり方には2つの方向性があるように思われる。

A) 特徴点追従方式

これは計測したい対象の特徴的な部分、例えば口の端部分・手足の間接部分などに実際に標識をつけるか画像認識で検出するかして3次元座標を求め、その間は各種補間法などの手段で補間するやり方である。人間の動作解析などで用いられる。特徴点間は剛体であるなどの仮定が必要である。

B) 表面形状計測方式

対象物に網を掛けたごとく、XYの格子点のZ座標を網羅的に求める方法である。各点間の関係が予想できない場合などに有効で、例えば結晶成長過程の計測などで用いられる。

研究者は対象に応じて二つの方式を使い分ける必要がある。B)法では表面形状を動的に計測可能だが、例えば頬の特定の細胞がどう動いてその形状となったかまではわからない。計測としてはB)の方が難易度が高い場合が多いのでA)法に還元できるよう工夫することも必要になる。以下この分類に従って弊社の計測システム2つを紹介する。

2. リアルタイム3次元動作計測システム QuickMAG (IV)

(図 1)

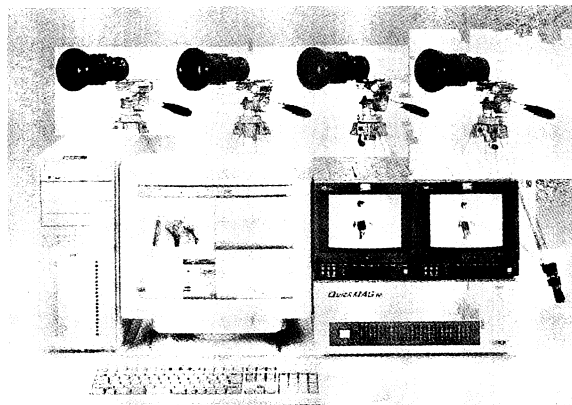


図 1 QuickMAG (IV)のシステム写真

特徴点追従型のシステムであり、2～4台のTVカメラ映像から特徴点の3次元位置座標を1/60sec間で演算しリアルタイム出力する。特徴点は最大16点まで設定できる。特徴点は対象物上の特定の色領域の重心である。色の設定はユーザが行い、ハードウェアではそれに基づき非線型マッピング方式色抽出回路(文献1)で色領域を抜き出し、各カメラ画面で2次元重心位置を求め、その3次元座標を計算している。

3. QuickMAG (IV)の特長

3.1 テレビ画像による非接触3次元座標計測

テレビモニタ画面上で計測状況の確認や録画などができ、キャリブレーションを含めた計測操作が簡単に実行できる。特徴点の死角のないトラッキングを可能にするため最大4台のカメラ映像を入力できる。(図2)

3.2 安定した色抽出方式による特徴点の識別

色抽出回路では入力されたRGB信号を色相、彩度、明度をもとに各軸が直交する最適な特徴空間に写像し、その空間で色の識別抽出を行う独自の非線型マッピング方式を採用している。また、屋外の計測など、色温度の変化がある計測環境に対しても対応できる色追従機能をオプションで準備している。

3.3 プログレッシブスキャンに対応

NTSC方式に加え、60Hzでの全画素同時読み出し方式3CCDカメラの入力が可能である。高い垂直方向分解能を持ち、より小さなオブジェクトの抽出が実現できる。

3.4 リアルタイム3次元座標データ出力

専用ハードウェアにより多点同時並列計測を実現し、座標データ出力完了までの時間は数msecである。これによりビジュアルフィードバック用途への対応が可能である。

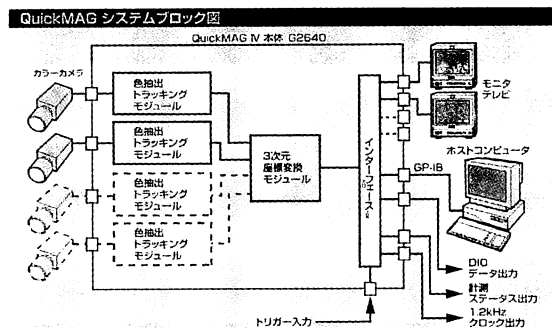


図 2 QuickMAG (IV)システムブロック図

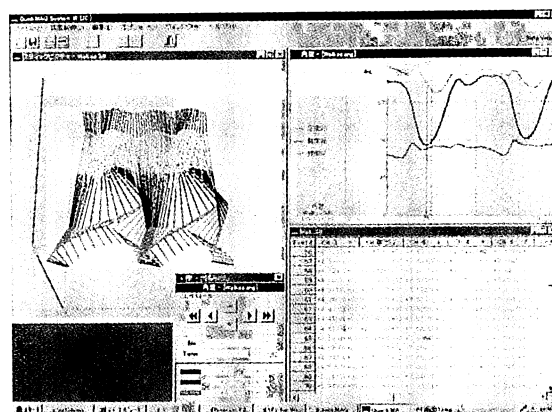


図 3 線画表示写真

3.5 専用解析ソフトウェア

Windows対応のアプリケーションソフトウェアは快適なGUI環境のハードウェア制御を実現しているだけでなく、計測終了と同時に得られる時系列データのグラフ表示を簡単な操作で即時に実行できる。変位、角度、速度、加速度などの時系列変化のグラフとともに、任意視点からの特徴点の軌跡やスティックピクチャ(線画表示、図3)などの描画が可能である。

4. 実時間動的縞画像解析装置 QuickPHASER (図4)

QuickPHASERは入力された縞画像から各点の縞位相を求め、位相接続して高さに相当する位相値を実時間計算して出力する形状計測方式の計測器である。格子点に相当するのはカメラ画素で768×240pixel(1Field)のポイントのZ高さが計測可能である。縞画像として干渉計による縞画像を用いれば光波長の1/500程度の分解能の計測となり、縞パターンの斜め投影による縞画像の場合の

分解能は投影角や縞ピッチに依存するが当社の投影機の標準的な設定で150mmレンジに対し0.3mmの段差を識別できている。

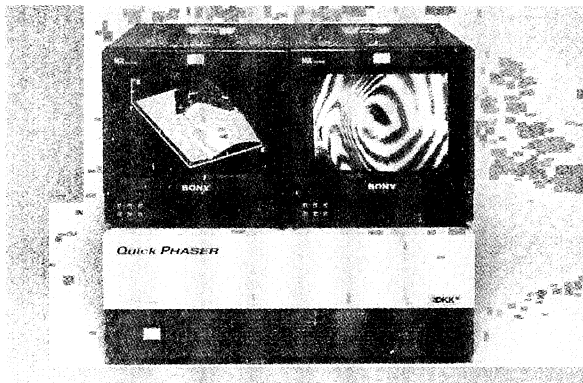


図4 QuickPHASER 外観写真

5. QuickPHASER の特長

5.1 電子モアレ位相シフト法を採用

位相シフト法により一縞 (2π) の $1/512$ の分解能を得ている。普通位相シフト法は3枚以上の縞画像を必要としたが、キャリア縞として電子モアレ法を適用することで1枚の縞画像から位相情報を得ている。この方式の詳細は文献2を参照されたい。(図5)

5.2 時空間位相接続

位相シフトで得られるのは 2π で折り返す位相情報のみである。これを高さ情報に直すには位相接続という作業が必要である。隣接点との位相差が一定量以上なら位相飛びが起きていると見做し、飛びを解消すべく $2n\pi$ を加える。QuickPHASER では隣接点として水平垂直方向の隣接ピクセル以外に1フレーム前の同一点も参照する。(図6) これにより表面形状の時系列的变化も捉えることができる。また画像ノイズ等の影響で回りの位相値が得られないために接続不能で孤立した領域についても、一瞬でも回りととのパスが開ければ高さを確定し維持することができる。

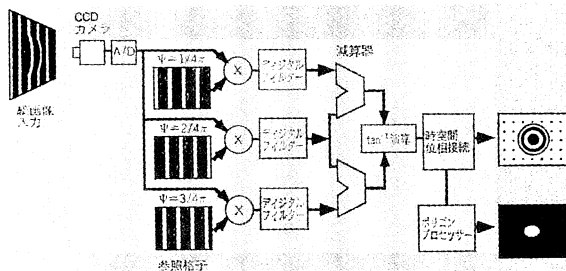


図5 電子モアレ信号処理ブロック図

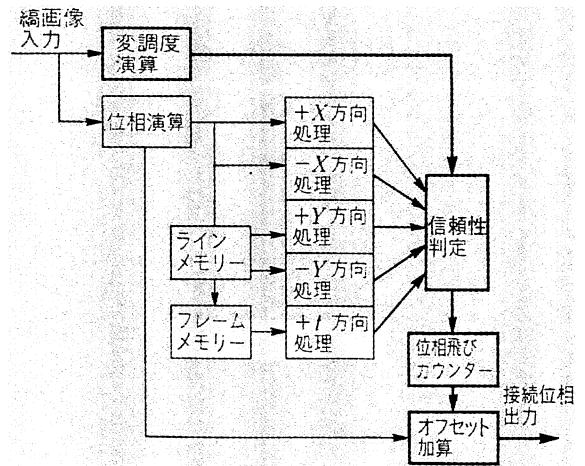


図6 位相接続信号処理ブロック図

5.3 信頼度の利用

前述した通り、縞のコントラストが低く求めた位相値が疑わしい場合がある。時空間の隣接点は複数あるから各点につき信頼度を定義して信頼度の高い隣接点からの接続結果を優先するようにしている。全隣接点の信頼度が低ければ接続しない。この戦略により接続結果全体の信頼性を高めている。

5.4 リアルタイム性

ここまで述べた処理すべてをハードウェアで実現し、TV フレームレートの高さ情報出力が可能である。この情報の記録のため、PCI インターフェースカードを用意し、パソコンメモリに直接書き込むこともできるようにしている。図7はこのようにしてとった顎の動きのワイアフレーム画の一枚で、複数枚の時系列画より各部の動きがわかる。

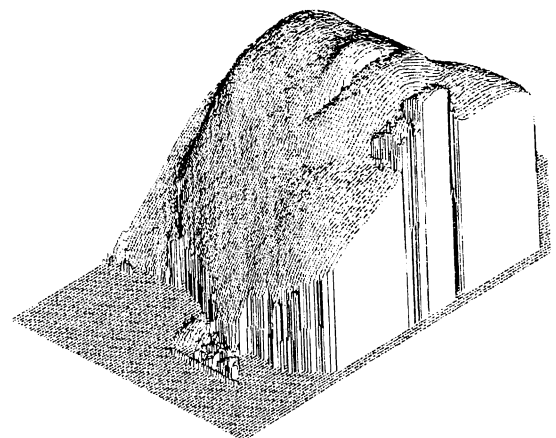


図7 ワイアフレーム画

6. まとめ

当社のリアルタイム3次元動作計測システム QuickMAG (IV) と実時間動的綫画像解析装置 QuickPHASER を紹介した。これらの計測ツールはリアルタイムの表示応答を必要とする VR アプリケーションに大いに役立つと思われる。

7. 参考文献

- 1) 桑原、清水「RGB 信号からのリアルタイム色識別」第 32 回計測自動制御学会学術講演会(1993.8)
- 2) 芝田、中村「実時間綫解析による形状計測システム」OplusE(1996.9)

によって、モデリングソフトウェアや産業用標準 CAD に使用できる3次元モデルデータ、又は2次元の画像データを生成する。主要なインターフェースは AutoCAD (r12, r13 & r14), Microstation, CATIA, IGRIP 等である。

3. 応用分野

○建築/土木

市街地や建物等の、現実に存在する構造物の3次元化及び2次元化を簡単に行うことができる。ビル内のフロア・プランやレイアウトもすばやく行う。

○構造物

構築計画を行う時の正確な評価用のカットモデルやフルモデル、外形及び3次元モデルを作成することができる。

○石油及びプロセス施設

プロセス施設、パイプ・レイアウト、基幹施設の3次元モデルを速く正確に作成する。

○輸送

搬送施設のレール・アライメントのチェックに、また保守点検のために施設を3次元化することができる。トラフィック解析のためのレイアウトや環境調査のためのモデル化が容易である。

○造船

巨大構造物のチェックや構造物適合性のチェックに役立ち、複雑な船体や甲板、および隔壁構成を計測・モデル化することができる。Scene Modeler は TRIBON 4、BRAVO と同じソリッドモデリングコアを使用している。

○シミュレーション、およびモデリング

コンピュータ・グラフィック、およびシミュレーション/トレーニング・アプリケーションのための正確なモデルを簡便に作り出す。

4. 事例紹介

1. バーチャルリアリティへの応用

下の図は、カーネギー自然史博物館で、Scene Modeler を使って取り込んだ、まだ処理されていない恐竜のイメージである。表示されている 3D ポイントデータ(雲霞のような大群)が、取り込んだ直後のデータである。

Scene Modeler の使用例として、恐竜を含むエキシビジョン・ホール全て



●製品紹介●

3D 画像作製装置

Scene Modeler

K2T Inc.

1. はじめに

近年、バーチャルリアリティの応用範囲はさまざまな分野に及んでいる。従来からの建築、医療、景観等のシミュレーション分野、そして最近最も顕著な進出分野が製造業(デジタルモックアップ)である。しかし、これだけ盛んなバーチャルリアリティの世界でも、モデル作成に関しては従来通り、専用のモデラーまかせである。Scene Modeler は簡単に、速く、仮想空間を構築したいという要望に、新たなソリューションを提供する。

2. 概要

Scene Modeler はデータ収集のための処理システムである。速い処理能力と高い解像度を持ち、高性能距離測定センサーと処理用ソフトウェア

