

●製品紹介●

3次元運動計測装置

OPTOTRAK3020

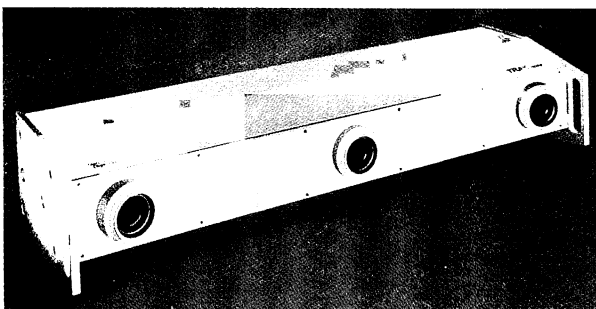
西谷 実

アドバンスシステムズ(株)

OPTOTRAK3020は移動する計測対象物に取り付けられた赤外線発光ダイオード(赤外線マーカ)を正確に追跡しリアルタイムに三次元座標を計測する装置である。

【特徴】

1. 高精度で三次元データ計測が可能
RMS 精度：0.1mm 分解能：0.01mm
2. リアルタイムで三次元データの計測が可能
サンプリング速度：3Dデータ：1200Hz(1マーカ時)
3. マーカの自動認識が可能
4. ユーザ・キャリブレーション不要



【システム構成】

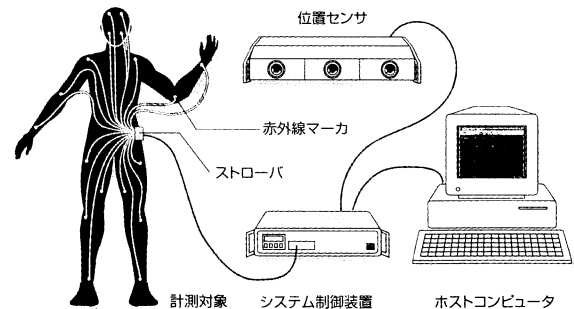
OPTOTRAK3020の基本システムは4つのハードウェアによって構成される。

1. 位置センサ

2. 赤外線マーカ
3. システム制御装置
4. PC (user supplied)

位置センサが赤外線マーカの計測を行う。

システム制御装置は、(1)OPTOTRAKシステム全体のタイミングを制御し、(2)センサによって得られた位置情報を3Dデータに変換し、(3)計測結果をPCに転送する。



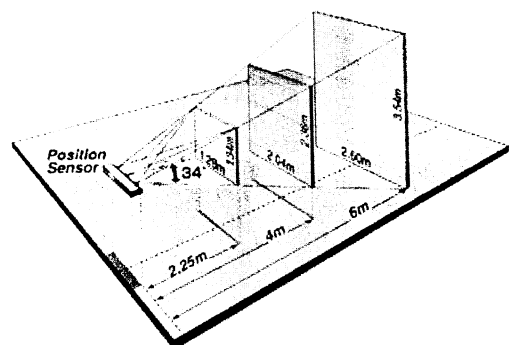
【高精度計測を可能にした1次元センサ】

OPTOTRAK3020の位置センサは3つの1次元センサで構成される。

そして1次元センサは以下3つのコンポーネントによって形成される。

1. Cylindrical Lens
2. 2048 Element Linear CCD Array
3. Signal Processor

この1次元センサは $34^\circ \times 34^\circ$ の視野で計測を行っており、3つの1次元センサの視野が重なる領域を有効計測視野とする(奥行き：2m～6m)。センサの解像度は±1:200000である。



1. Cylindrical Lens

マーカから発光された赤外線はこのCylindrical Lensを通して2048Element Linear CCD Arrayに投影される。

通常のレンズは焦点の像が「点」であるのに対してこ

のCylindrical Lensは2048 Element Linear CCD Arrayに対して直角に【線】の像を結ぶ。これによって安定した計測を行うことが可能となる。

またそれぞれのレンズはその特性（焦点距離や固有のゆがみなど）を固有のパラメータとしてシステムに記録されており、有効計測視野内においては焦点を変更させることなく常に【線】の像を投影できるようにキャリブレーションが行なわれている。

2. 2048 Element Linear CCD Array

Linear CCD ArrayはCylindrical Lensを通して投影された赤外線マーカの位置情報を正確に計測する。

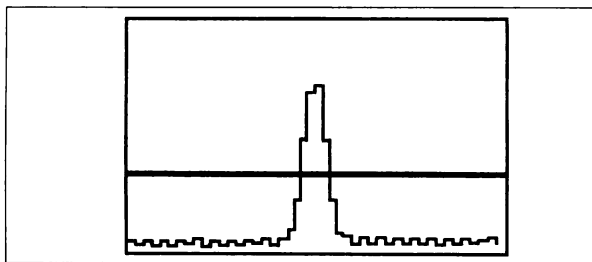
通常計測環境にはさまざまな光や床・壁などに当って起こる反射光が発生する。

この反射光などを取り除き本来計測すべきターゲットからの光を常に計測しなければ正確な位置計測はできない。

Linear CCD ArrayはWeighted Centroid AlgorithmとThresholding Techniqueによって反射光の問題を最小限に留め正確な位置計測を行う。

図はLinear CCD Arrayによって作られた計測時の像である。反射光や周辺の弱い光はThresholding Techniqueによって切り捨てられる。

またWeighted Centroid Algorithmを使用することにより1/200000の解像度でシャープな先端値を示す像をつくる。



3. Signal Processor

Signal ProcessorはProgrammable Gain, High Speed Analog-to-Digital Convertorを含むAnalog ProcessorとRISC Processorがon-boardされておりLinear CCD Arrayによって得られた位置情報からその中央点を高速に算出する。

【高精度計測を支える赤外線マーカ】

マーカはシステムの精度を決定することにおいて重要な役割を果たす。

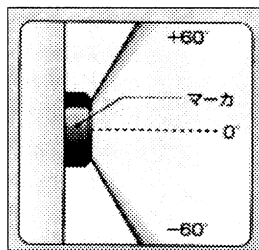
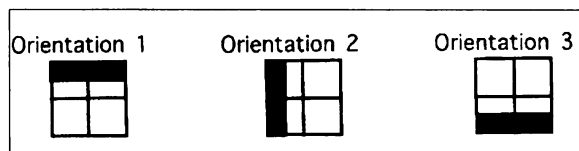
OPTOTRAK3020システムでは以下3点の考えに基づい

て赤外線マーカが設計されている。

1. 等方位性にすぐれていること

計測範囲内の角度であればどの方向から計測してもマーカが認識される位置は一致しなくてはならない。

図のようにマーカの中心を軸にローテーションさせそれぞれの面に対して±60°の範囲（有効計測範囲）で計測を行いその結果が±50μmの等方位性であることを保証している。

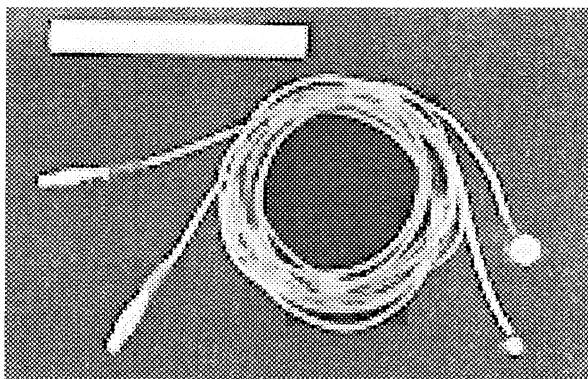


2. より小さくより軽量であること

マーカは、できる限り計測物体の動作を阻害しないことを考慮して設計する必要がある。

直径7mmと11mmの2タイプ

を用意している。



3. 周囲の光との差別化を行うこと

マーカの発光をより高出力にすることが周辺光とのコントラストを高めることになり計測条件を向上させる。

しかしこのことは精度を上げるために、マーカをより小さくしようとする努力と矛盾することになる。

この2点を考慮し、現在使用している小型の赤外線発光ダイオードの発光体は1000μm²のIRED半導体チップを使用している。

【三次元データ処理とマーカの自動認識】

位置センサで取得したデータはシステム制御装置において、逐次三次元データに変換される。

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。

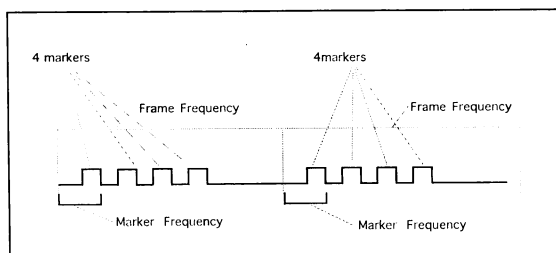
1 マーカ時：1200Hz

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
- ・ digitization 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、その間に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)