

時系列分解を用いた単一カメラによる3次元位置取得システム

福井昌弘, 片寄晴弘

和歌山大学大学院 システム工学研究科

1. はじめに

マルチメディア PC の普及に伴い, 音声や映像などの編集, プレゼンテーションなどの機能の充実が著しい. これに対して, ジェスチャ入力手段, 特に, PC 用途の 3D ポジションの入力デバイスはごく一部のシステム[1][2][3]をのぞき, さほど多くない. ここでは PC 用途の 3D ポジション入力デバイスとしてのポイントを, (1)扱いが容易であること. (2)2 点以上のポイントを取得可能であること. (3)設置等に対する制限が少ないこと. (4)安価であること. の特徴を持つ, パーソナルユースの複数点 3D ポジション入力デバイスについて, 紹介する.

2. システム

本章では本研究におけるシステムについて紹介する.

2.1 処理の概要

本研究では, PC / AT 機(以下 PC)を処理装置として用いており, 入力に Motion Processor (以下 MP)[4]の撮像デバイスを用いる. MP は距離画像の抽出を行なうものであり, 撮像デバイスは赤外光を取得する画像センサである. この画像を用いて, 特定点の位置情報の取得が, 本研究の課題となる. ここでは(1)ポイントの高速時系列切り替えで, 1 回のデータ取得ごとに 1 点のみを光らせることにより, 擬似的な複数点の固定を行なう. (2)取得されたポイントの輝度情報からポイントの 3 次元座標を算出する.

2.2 システム構成

本研究では, 複数個ポイントの取得のために, ポインタを時系列的に点滅制御している. 手法としては撮像デバイスのデータ取得のタイミングにあわせて, ポインタを 1 つ発光させることで, ポインタおのおのの判別が可能となるだけでなく, 3 次元座標の算出も簡易化されるというものである.

この手法により, 1 回のデータ取得につき 1 つのポイントの輝度情報が取得されるので, この輝度情報の重心を用いてポイントの存在方向を, 輝度情報の総和を用いてポイントの存在する距離を求め, これらを 3 次元座標値へと変換する. 現時点では最適発光タイミングのチェックを目的に,

*PIC を用いて点滅処理を行なっているが, CPU の能力に応じて PC 1 台ですべての処理を実現する API の設計を進めている.

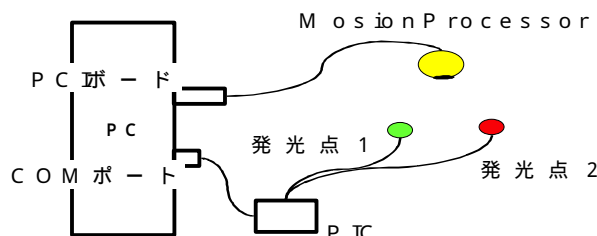


図1 システム概略

3. 計測手法

本章では, 具体的な 3 次元座標計測手法と, 複数ポイント対応の手法について述べる.

3.1 3次元座標計測

本研究では, ポインタの 3 次元座標情報を計測するために, 方向情報と距離情報を取得した後, それらを統合・変換するという手法を用いている.

1) 方向情報の取得

撮像デバイスより取得したポイントの輝度情報の重心を求め, ポインタの存在する方向を求めることができる.

2) 距離情報の取得

撮像デバイスより取得したポイントの輝度情報の総和を求め, 以下の式を用いてポイントが存在する距離を求めることができる.

$$\text{距離} = \text{定数} / \sqrt{\text{輝度}}$$

以上により得られた方向情報と距離情報を用いることで, ポインタの存在位置を 1 点に絞ることができる. つまり, 方向情報と距離情報をフィルタによって 3 次元座標値に変換することができる.

3.2 複数ポイントへの対応

本項では, 複数点へ対応するための手法とそれに付随する同期処理についての解説と, 実際に作成したシステムの詳細について述べる.

本研究では, 複数ポイントへ対応する手法として時系列分解を用いている. これは, 撮像デバイスの撮影タイミングと同期させてポイントを交互に点滅させることで, 1 回の撮影につき, 片方のポ

インタだけを撮影することで、ポインタのアイデンティフィケーションを実装するという手法である。

MPは50Hzで動作するので、ポインタも50Hzに同期させればよい。しかし実際には完全に同期させるのは難しく、時間が経過すると同期がずれてしまう。よって同期を補正する工夫が必要となる。そのために*PICを用いて同期補正処理を実装した。制御手法としては、PCから同期補正パルスをPICに送り出した時に、ポインタの点滅タイミングを調整し、MPの撮影タイミングとポインタの点滅タイミングをあわせるという手法をとっている。

補正パルスの送信と受信に時間がかかる(60ms程度)ので、以下の2つの周期処理を用意している。

(A)汎用型の同期処理は、どのようなシステムにも対応できる頑健さに主眼をいているもので、ごく短めの周期(1秒程度)で補正パルスを送り出し、毎秒46点のデータ取得を行なうことが可能である。

(B)専用型の同期処理はマシン特性が既知なものに対してのみ使用可能なもので、単純な同期補正をポインタの点滅制御中に行ない、同期がずれ始める時間を遅らせることで、補正パルスを送り出す周期を比較的長く(20秒程度)する。そのため、補正パルスの受送信回数が減少し、毎秒49点以上のデータ取得が可能となる。

4. 実験

結果として、表1を挙げる。

表1 スペック

空間分解能	
カメラから10cm付近での分解能	奥行き方向 : 2mm程度 上下左右方向 : 1mm程度
画角	水平方向 : 70度 垂直方向 : 70度
時間分解能	
必要処理時間	データ取得時間 : 5ms 座標算出時間 : 1ms
タスク占有率	30%
取得点数	汎用型同期処理 : 46点 / 秒 専用型同期処理 : 49点 / 秒以上

なお、この手法では取得ポインタ数が増えるほどポインタ1つ当たりの時間分解能が減少するので、汎用型同期処理使用時、ポインタが2点の場合23Hz、3点の場合15.3Hzとなる。

よってこのシステムを用いるのに適した条件は、(1)両手を広げた程度の空間、(2)処理時間のかからない画像処理、(3)ポインタ数3個以下となる。本研究に適した用途としては、両手にポインタを

持ってプログラムを処理する入力機器であり、それを用いた電子楽器や、ダンスゲームなどが挙げられる。

5. 検討とまとめ

以上のように、単一の撮像デバイスが取得した輝度情報からポインタの3次元座標を計測する手法と、時系列分解を用いたアイデンティフィケーションに生じる問題である同期処理を実装した3Dポジションの入力デバイスをPCとMPとPICを用いて製作した。

結果、本研究はMPに特定点の位置情報取得を可能にし、類似の研究であるDigitEye3Dよりも高い奥行き分解能を得た。これは、奥行き情報を取得する際に、DigitEye3Dが、撮影したポインタの面積情報を用いるのに対し、本研究では輝度情報を用いているためである。

現在ポインタの点滅処理に用いているPICを使用せず、CPUの能力に応じてPC1台ですべての処理を実現するAPIも提供する予定である。

参考文献

- [1]金森務,片寄晴弘,井口征士,戸島章雄,西山洋:モーションキャプチャ「DigitEye3D」の実装,電子情報通信学会論文誌,Vol.J81-D-II NO.5 pp806-808,1998
- [2]白井暁彦,佐藤勝,草原真知子,久米祐一郎:足インターフェイスによる複合現実感アミューズメントシステム:ファンタスティックファントムスリッパ,日本バーチャルリアリティ学会論文誌,4巻,4号, pp.691-697,1999
- [3]白井暁彦,久米祐一郎,津田元久,畑田豊彦:光学的3次元位置検出法を用いたリアルタイム人間動作入力デバイス,テレビジョン学会技術報告,30巻,7号, pp.21-26,1996.
- [4]梅木直子,森下明,沼崎俊一,土井美和子:三次元画像入力装置とその利用について,情報処理学会研究報告 Vol.98,NO.75,pp43-48, 1998

*PIC:1チップマイクロコントローラ,CPUに必要なすべての機能を内蔵しI/Oポートのみが外部端子となっているため,1つのデバイスとして完成しうる。