

441 エンジン計測制御システムの開発

Development of Engine Measurement Control System

○ 小倉 勝 (日本工業大学)、佐々木富幸 (日本工業大学大学院)、平澤 剛志 (09RACING)
Masaru Ogura, Nippon Institute of Technology, 4-1 Gakuendai, Miyashiro-machi, Saitama
Tomiyuki Sasaki, Yoichi Kawaguchi, Graduate School of Nippon Institute of Technology
Takeshi Hirasawa (09RACING)

1. 緒論

近年、エンジンの電子制御システムが常設されてきている。そのような背景のもとに、エンジン研究は電子計測と制御技術なしには行い得ない状況になってきている。しかしながら、一般には単一機能をアッセンブリして使用する例が多く、コストパフォーマンスに欠ける。本研究では単一製品で計測・制御・解析が行える多機能なシステムの開発について述べる。その内容は点火制御、噴射制御^{3, 4)}、コモンレール調圧、擬似高速度カメラのタイミング制御、および燃焼解析装置システム^{1, 5, 6)}などについて報告する。

2. 開発目標

ホストPCとターゲット間をLANで接続し、ターゲット内に多機能なエンジン計測制御装置を行える安価でシンプルな単一機器を組み込む。

3 多機能エンジン計測制御装置

3.1 エンジン計測制御装置

1) エンジン計測部制御部

- (1) アナログ8CH同時サンプリング
- (2) アナログマルチプレクサ16Ch差動
- (3) 16bit A/Dコンバータ、サンプリング周波数=1.2MHz
- (4) 吸排気VVT制御用モータドライブ回路
- (5) 点火時期制御：最大4CH (4シリンダ制御)
- (6) 燃料噴射量および噴射時期制御：最大4CH
多段燃料噴射：5段/CH
- (7) コモンレール内圧力計測制御
- (8) その他：高圧電源制御用パワーデバイス：噴射および点火制御

2) タイミングジェネレータ

- (1) カメラトリガーおよび擬似高速度撮影用タイムデレイ回路
- (2) 多チャンネルタイミングジェネレータ

3.2 燃焼解析装置

1) 加算平均処理プログラム

- (1) 圧力ークランク角度線図
- (2) 圧力一休積線図
- (3) 圧力上昇率ークランク角度線図
- (4) ポリトロプークランク角度線図
- (5) 温度ークランク角度線図
- (6) 熱発生割合ークランク角度線図
- (7) 熱発生率ークランク角度線図

2) サイクル変動処理プログラム

- (1) 最高圧力推移線図
- (2) 筒内最高圧力ヒストグラム
- (3) 図示平均有効圧力推移線図
- (4) 図示平均有効圧力ヒストグラム

3) トランジエント処理プログラム

連続筒内圧力ークランク角度線図

4) そのほか

- (1) アナログ波形解析

(2) FFT解析、ノッキング周波数の検知

3.3 高速度撮影カメラ制御

近年、デジタルカメラ技術の進歩により高解像度化が進んでいるが、CCDカメラの原理から撮影速度は高速度化するものの、一般には読み出しが単一ポートで行われるため、高解像度連続高速度カメラは不可能である。市販の高速度撮影カメラは高速度化するほどピクセルを低下させている。

高速度カメラは高価で、高解像度の撮影は困難である。

筆者は簡潔な構造のフレーム数指定の超高解像度高速度カメラを提案している²⁾。この原理はCCD単一画素毎にシリアル転送のアナログメモリをもたせているため、無制限の超解像度がえられ、光量さえ得られればコマ当たりns単位の高速度撮影が可能である。開発が待たれるところである。

さて、内燃機関における高速度カメラの用途として、噴霧撮影や燃焼画像の撮影がある。後者の場合、カラー画像は燃焼の解明に有益である。しかし、高速度カメラはあまりにも高価で、しかも、高速化における解像度はあまり高くない。

そこで、周期的現象の擬似高速度撮影に関して、クランク角度に同期させて、任意の撮影コマを遅延させて撮影し、これをクランク角度に対応させて編集すると、あたかも連続撮影したような画像がえられる。

1) 工業用デジタルカメラの使用

一般に、デジタルカラーカメラはRGB三色で8bit*3=24bitである。

これらは、外部トリガーにより高解像撮影が可能である。

比較的使用しやすいので、特別に用意されたタイミングジェネレータにより、擬似連続高速度撮影が可能である。

しかし、燃焼画像は毎回同じとは限らないので、真の連続撮影画像とは異なる。しかし、大量のデータを扱えるので、統計処理すれば燃焼現象の解明に十分使用可能である。

2) 高調度撮影カメラ

最近、ディーゼル機関においても予混合燃焼に関する研究活発に行われている。この予混合火炎では初期燃焼において青炎反応が現れ、これは低輝度なので高感度なカメラが必要である。RGB毎の8ビット解像度では256階調で、ダイミックスレンジが低い。しかし、16bit A/Dコンバータはその変換速度が遅く、一般カメラ用としては使用されていない。そこで、次のようなことを考えた。

CCDカメラの原理は表面のCCDに高速度撮影した後、読み出しクロックにより、アナログメモリにシフトされ、その後はシリアル転送して単一ポートから読み出すものである。

CCD駆動回路等を設計変更し、駆動走査周波数を遅くして、高解像度な16bit A/Dコンバータを使用することも可能であるが、その回路構築にはメーカー独自のノウハウがあり、困難を伴う。そこで、アナログカラーカメラを使用し、16bit A/Dコンバータにてサンプリング変換可能な周波数にてカメラの走査周波数をマイコンで制御する方法を提案する。この方法では、16bit A/Dコンバータを3個使用することによって、高調度高解像度擬似高速度カメラを構築できる。

4. 多機能計測制御例

図1~7に単一計測制御装置で、エンジン計測制御や各種解析やカメラ制御が可能である。

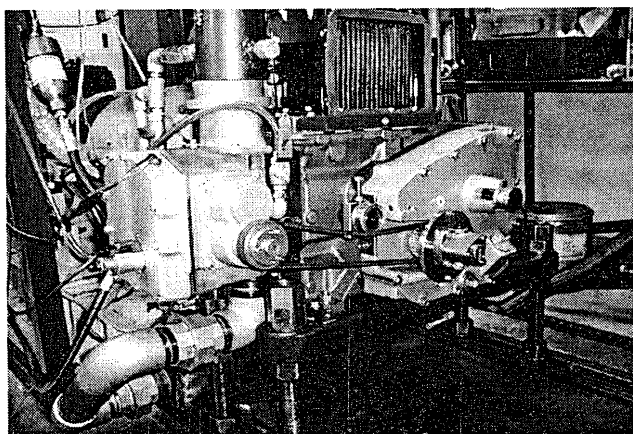


Fig.1 Control of engine with VVT and common rail system for the research developed by NIT.

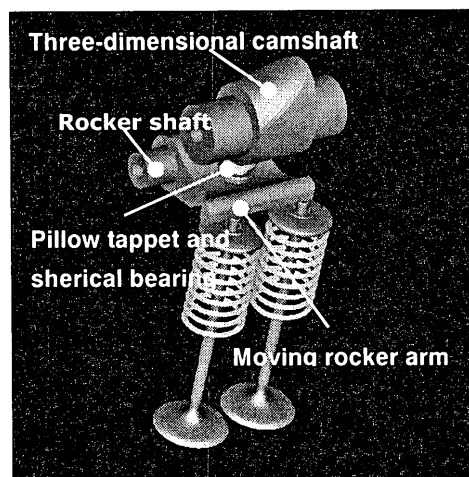


Fig.2 Control of continuous variable valve timing with 3D camshaft developed by N.I.T..

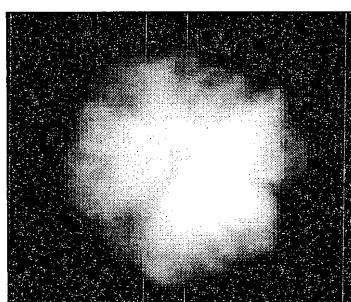


Fig.3 Camera control of fuel injection and spray image photography

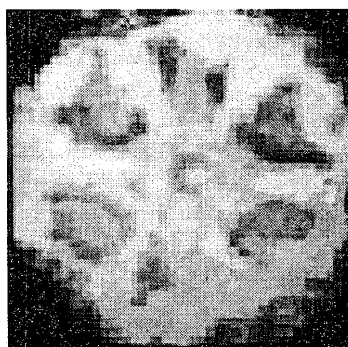


Fig.4 Camera control of combustion image photography

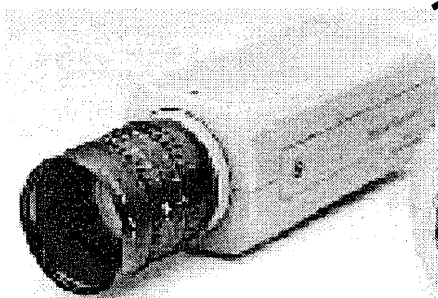


Fig.5 Control of digital still camera with trigger

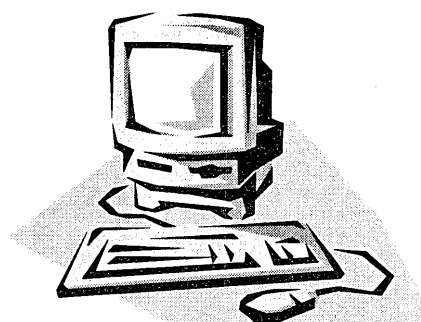


Fig.6 The multiple function software which makes engine measurement control possible

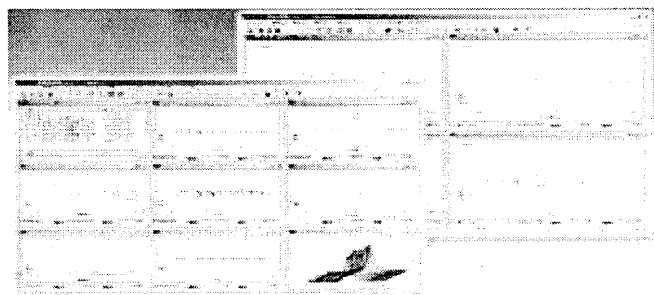


Fig.7 PC provided with the multiple function measurement control systems

参考文献

- 1) 佐々木, 小倉, 内燃機関におけるUSB対応計測制御システムの開発, 関東ブロック合同講演会論文集, 2001
- 2) 小倉, 高速度撮影方法およびその装置, 特開 2001-203937, 2001-07-27
- 3) 小倉, 機講論, 機講論-山梨講演会, 1998, p 161-162
- 4) 浅見, 小倉, 岩崎, 実験用蓄圧式電子制御燃料噴射装置の開発, 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会-桐生-講演論文集, 1997, p 98-99
- 5) 小倉, 白井, 赤荻, マルチタスクエンジン計測システムの開発, JSAE892141, p229-232
- 6) 小倉, マイクロコンピュータを使用した燃焼解析装置の開発, 自動車研究 1986-1, p10-16