

顎機能診断支援のためのリアルタイムモニタの開発

Development of the Real-time Monitor for Computer Aided Diagnosis of Stomatognathic Function

○佐藤 裕¹⁾、石川輝明²⁾、坂東永一⁴⁾、中野雅徳^{2,4)}、重本修伺⁴⁾、
薩摩登誉子⁴⁾、北村万里子¹⁾、山本修史⁴⁾、野口直人³⁾

Yutaka Sato¹⁾, Teruaki Ishikawa²⁾, Eiichi Bando⁴⁾, Masanori Nakano^{2,4)}, Shuji Shigemoto⁴⁾,
Toyoko Satsuma⁴⁾, Mariko Kitamura¹⁾, Takeshi Yamamoto⁴⁾, Naoto Noguchi³⁾

徳島大学医学部・歯学部附属病院 1) 歯科 2) 高次歯科診療部 3) 総合歯科診療部

4) 徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部咬合管理学分野

Tokushima University Hospital 1) General Dentistry 2) Center for Advanced Dental Health Care

3) Department of Oral Care and Clinical Education 4) Department of Fixed Prosthodontics, Institute of Health Biosciences, the University of Tokushima Graduate School

I. 目的

顎機能の診断、評価方法として6自由度顎運動測定的重要性が認識されている。川口¹⁾、石川²⁾は一对の三軸コイルを用いた顎運動測定器を開発し、チェアサイドで使用する高精度かつ操作性のよい6自由度顎運動測定器を開発した。これらの顎運動測定器を実際に顎機能診断支援システムとして活用するためには、測定したデータをすぐに表示し、診断に結びつけることができるリアルタイムモニタが不可欠である。

本研究の目的は、顎運動測定直後に高速でデータ処理を行い、画像表示するリアルタイムモニタを開発することである。

II. 方法

1. 顎運動測定器

6自由度顎運動測定器には石川²⁾が開発した一对の三軸コイルを用いた測定器 (CS-III) を使用した。本測定器はコイル、アンプ、A/D、D/A変換器 (システムデザインサービス DASBOX-500)、コンピュータ (DELL OptiPlex, RedHat Linux 7.3) から構成されており、位置分解能はセンサ間距離 92.8mm のとき 3 μ m である。測定のスAMPLINGレートは 100Hz で行った。

2. リアルタイムモニタの開発要件

チェアサイドで使用する状況を想定し、次の要件を

満たすこととした。

- ①顎運動表示に使用する座標系は、上顎左右側中切歯近心隅角の midpoint (以下、切歯点)、上顎左右側第一大臼歯中心窩を結ぶ三角形が作る咬合平面座標系とする。
- ②参照点は切歯点および左右側運動論的顎頭点の 3点とし、それぞれ前頭面、矢状面、水平面投影図を表示する。
- ③過去に記録した運動軌跡も同時に表示する。
- ④以上の要件を満たした上で、運動開始から画像表示までの遅延時間を可及的に短縮する。

3. ソフトウェアの開発

画像表示用のプログラムはパーソナルコンピュータ (DELL Inspiron8000, Windows XP) 上にて、ユーザインターフェース開発用ツールキット (Trolltech Qt ver.3.2.1) を用いて開発した (図1)。

動作の確認後、顎運動測定器に接続したコンピュータにおいて、画像表示用ライブラリ (オープンソース Mesa) および A/D、D/A 変換器用ライブラリと組み合わせて、顎運動測定器と連携するプログラムを完成させた。

4. 遅延時間の検証

顎運動測定器のセンサコイルに対する磁気の影響を避けるため、回転ステージ (中央精機 ARS-936-HP) にアタッチメントを用いてセンサコイルを装着した。回転ステージに装着したコイルと固定したコイルとの距離は 90 mm となるよう配置した。

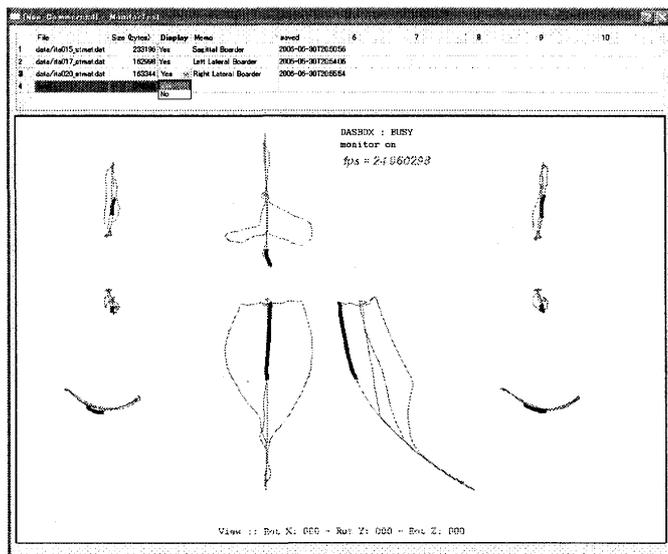


図1 顎運動表示画面

画像表示ソフトウェアに回転ステージ制御用のソフトを組み込み、運動制御と画像表示を同時に行わせた。運動は2秒間隔で、1.0度正回転（センサ位置の移動量1.57mm、移動時間0.5秒）と1.0度逆回転を行う往復運動とし、100往復行った。

運動開始時間はコンピュータが回転ステージへ命令を送信した時点とし、表示完了時間は測定したセンサ間距離が50 μ m変化し、そのデータの画面表示が完了した時点とした。このとき開発要件③を満たすため、被験者1名の記録済顎運動データ（限界運動3経路）を測定中の運動と同時に表示させた。表示完了時間と運動開始時間の差を遅延時間として規定し、CPUのクロックサイクルを用いて時間計測した。

III. 結果及び考察

100Hzでサンプリングを行う顎運動測定器の周波数との同期を図るため、モニタの表示は25フレーム/秒とした。顎運動表示には咬合平面座標系を用いたことで、センサの取り付け位置の影響を受けず、過去に測定した顎運動データとの比較も容易である。また切歯点の運動に加え、左右の運動論的顎頭点を同時に表示するので、顎関節の機能評価も可能となる。

顎運動表示までの平均遅延時間は196.5 \pm 30.2 msであり、最大遅延は264.8msであった（図2）。

本研究で時間計測に用いたクロックは2.4GHzであり、高分解能で時間を計測することができた。

本システムの画像表示コンピュータは顎運動測定器

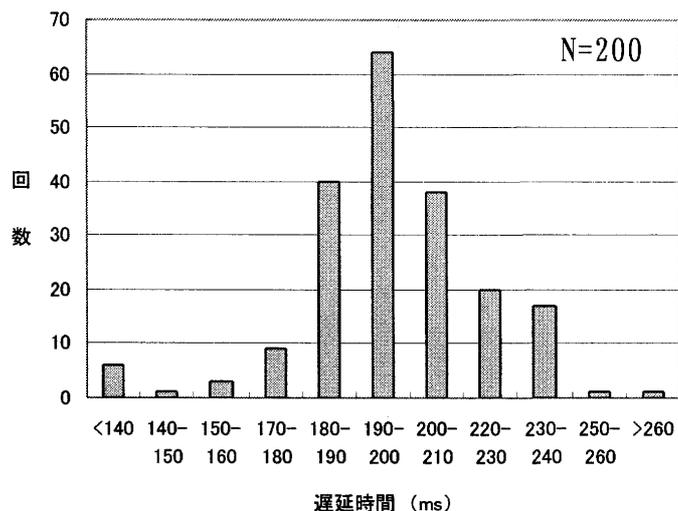


図2 運動開始から画像表示までの遅延時間分布

からTCP/IPを介してデータ受信している。センサで捕えたデータは通信プロトコルにしたがって、4顎位を一塊として断続的に送信されるため、やや遅延時間が大きくなったと考えられる。また測定した遅延時間の中には、コンピュータのオペレーティングシステムが回転ステージに命令を送信するまでに費やす時間、動作命令を受けた回転ステージが動作開始するまでの時間、センサが50 μ m動くまでの時間が含まれており、これらも遅延時間を大きくしている。

しかしながら全ての遅延時間を含めて265ms程度に収まったことから、開発したリアルタイムモニタはチェアサイドで十分実用に耐える表示速度を持っていると考えられる。

IV. 文献

- 1) 川口貴穂：一対の三軸コイルでセンサを構成した6自由度顎運動測定器，四国歯誌，16: 33-42，2003.
- 2) 石川輝明：三軸コイルを用いたチェアサイド用6自由度顎運動測定器の開発と応用，四国歯誌，19: 55-66，2006.