

「病を知るデジタルヒューマン」のための歩行データベース

藤原 久志[†] 牧之内 顕文^{††} 金子 邦彦^{†††}[†]九州大学大学院 システム情報科学府^{††}久留米工業大学 工学部 情報ネットワーク工学科^{†††}九州大学大学院 システム情報科学研究院 知能システム学部門

要旨

本稿では、健常者およびパーキンソン病患者が普通歩行、メトロノームを用いた歩行、継ぎ足歩行、爪先歩行、踵歩行などを行って得られたデータから歩行データベースを作成したのでこれについて報告する。歩行データベースは、モーションキャプチャのデータ、筋電図、足圧分布、3次元スキャナシステム、デジタルカメラによる被験者の外観、ビデオカメラ、被験者の身体情報および測定装置の設定に関するデータを含む。これらが、XML データベース化される。また、本稿では、この歩行データベースを用いて、筋電図の波形表示を行ったので、これについても報告する。

1. はじめに

本研究では、「病を知るデジタルヒューマン」のための人間の歩行データベース作成を行っている。

歩行分析の分野では、様々な手法により歩行に関するデータを採取し、異なる視点から歩行を捉える必要がある。文献[1]では、初老の健常者、パーキンソン病患者および運動失調患者の歩行における、筋電図、足圧分布、関節角度を対応付けた歩行実験が行われた。文献[2]では、歩行分析のためのモーションデータ、関節角度、足圧力データを集めるための歩行実験が行われた。

これら、歩行実験によるデータは歩行の理解、リハビリテーション、および病気の症状の診断などに役立つ。

我々が所属する「病を知るデジタルヒューマン」研究グループは2005年10月から2006年7月の間に歩行実験を行った。本研究グループでは、これまでに健常者4名(男性4名)、パーキンソン病患者7名(男性3名、女性4名)の計11名の被験者により普通歩行、メトロノームを用いた歩行、継ぎ足歩行、爪先歩行、踵歩行、計算しながらの歩行、周回歩行を行い、歩行に関する種々のデータを取得した。

また、プルジョン(後方突進)という、パーキンソン病患者の診断で行われる動作についても実験を行った。

本稿では、これら歩行実験データのデータベース化について報告する。

2. 歩行実験

本章では、歩行実験で得られるデータおよびその手順について説明する。

Gait Database for Digital Patients

Hisashi Fujiwara[†], Akifumi Makinouchi^{††}, Kunihiko Kaneko^{†††}[†]Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University^{††}Department of Information and Network Engineering, Kurume Institute of Technology^{†††}Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

2.1 歩行実験装置

歩行実験では、モーションキャプチャシステム、筋電図記録装置、足圧分布測定装置、ビデオカメラ、身長計、体脂肪計、メジャー、3次元スキャナシステム、およびデジタルカメラを用いる。

1. モーションキャプチャシステム

歩行動作における身体の3次元位置情報を得るために、ASCENSION社のアクティブ赤外線方式モーションキャプチャシステム ReActor2を用いる。これは、赤外線を照射するマーカ30個を被験者に装着し、サンプリング周波数30Hzで記録する。

2. 筋電図記録装置

歩行動作と筋放電活動の関係を分析するために、キッセイコムテック社の筋電図記録装置 VitalRecorderを用いて、筋電図を記録する。外側広筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋を被験筋とし、左右の足、計8箇所にはディスポーサブル電極を添付し、サンプリング周波数1080Hzにて記録する。

3. 足圧分布測定装置

歩行動作における足圧荷重、足の運び方の分析のため、ニッタ株式会社の足圧分布測定装置 BIGMAT VIRTUALを用いる。センサシート BIG-MAT1300(440mm×480mm)を8枚用いて、全長約4mの歩行実験用通路を設置し、サンプリング周波数60Hzで記録する。

4. ビデオカメラ

歩行中の様子をビデオカメラを用いて撮影する。これは、被験者の進行方向横側からの視点で撮影し、サンプリング周波数は60Hzである。

5. その他

上記1-4の装置は被験者が歩行を行っている際に記録を行う。これらをここで、歩行データと呼ぶことにする。この他に、被験者の身体情報や外観情報を得るために、身長計、体脂肪計、メジャー、3次元スキャナシステム、デジタルカメラを用いる。

2.2 歩行実験手順

実験は、以下の手順で実施した。

1. 被験者問診(パーキンソン病患者の場合)
2. 被験者身体測定
3. 3次元スキャナシステム撮影
アニメーション作成用の被験者の外観を撮影
4. 写真撮影
5. マーカ装着
6. 3次元スキャナシステム撮影
アニメーション作成時に、モーションキャプチャシステムのマーカ位置を確認する可能性があるため再度撮影
7. 電極装着
8. 写真撮影
マーカ、電極装着時の写真を撮影
9. MVC(Maximum Voluntary Contraction)測定

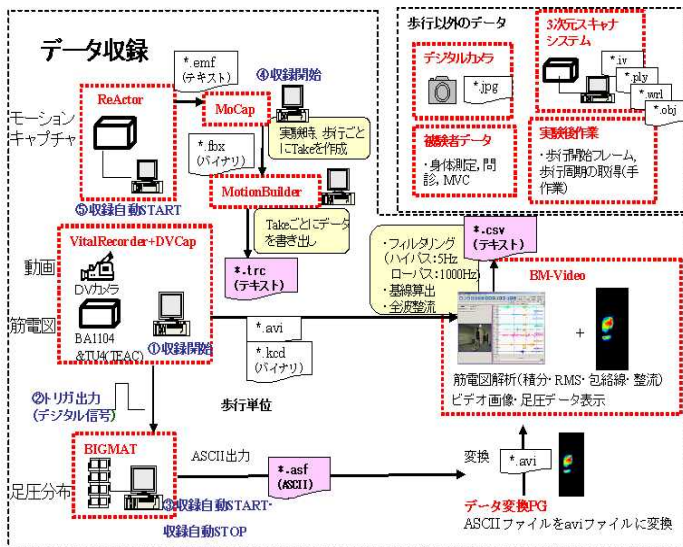


図1. 歩行実験データ

被験者の最大随意筋収縮時の筋電図を記録

10. 歩行データの記録

上記 10. での歩行データの記録では、被験者が歩行実験用通路を往復する際のデータを以下の手順で記録する。

- 実験補助者 1 が筋電図記録装置のキャプチャをスタート (図1の①)
同期により、足圧分布測定装置およびビデオカメラのキャプチャがスタート (図1の③)
- 実験補助者 2 が上記 1. のスタートを確認後、モーションキャプチャシステムのキャプチャをスタート (図1の④, ⑤: MoCapにおいてTakeが作成)
- 上記 2. のスタートの1秒後にアラーム音が発生
- 被験者は、上記 3. のアラーム音を確認後、右手を上げてから歩行開始
- 歩行終了後、各装置のキャプチャをストップ

3. 歩行データベース

2章の歩行実験で得られたデータ全てと共に、実験日、実験装置の設定をXMLドキュメント化する。こうして作成されたXMLドキュメントをBerkeley DB XML 2.2.13を用いて、XMLデータベースを作成する。

今回はパーキンソン病患者の被験者、モデルDの1回目の普通歩行の実験データを元にXMLドキュメントを作成した。作成されたXMLドキュメントのサイズは23.5MBであった。Berkeley DB XMLでは、XMLドキュメントをコンテナに格納し、データベースを構築する。今回、作成されたコンテナのサイズは61.7MBとなった。

こうして出来た歩行データベースでは、あるフレーム範囲(開始フレームと終了フレーム)を指定して、その範囲内のある任意のマーカや電極についてのデータなどの条件検索が容易に行える。

図2では、歩行データベースを用い、全フレームについての右足外側広筋の筋電図の値を取り出す検索をXQuery言語で記述した例を示している。この検索結果の一部を図3に示し、検索結果であるXMLドキュメントをCSVファイルに変換し、Microsoft Excelでグラフ化したものを一部を図4に示している。

```
for $i in
  collection(D.dbxml)/Experiment/Walk/EMG/EMGFrame
let $j := $i/@Number, $k := $i/@Time,
    $l := $i/Muscle[@Name="RVL"]/text()
return <EMGFrame>{$j}{$k}
      <Muscle Name="RVL">{$l}</Muscle></EMGFrame>
```

図2. 右足外側広筋の筋電図の値を取り出す検索のXQuery記述

```
<EMGFrame Number="1" Time="0.000000">
  <Muscle Name="RVL">0.014753</Muscle>
</EMGFrame>
<EMGFrame Number="2" Time="0.000926">
  <Muscle Name="RVL">0.014412</Muscle>
</EMGFrame>
```

図3. 図2. 検索結果(一部)

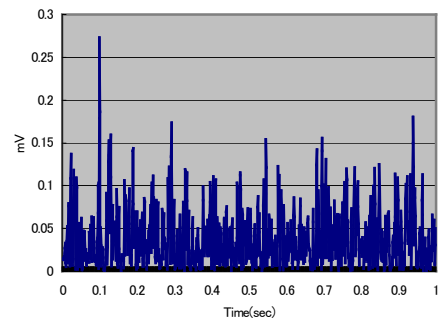


図4. 図3. のXMLドキュメントをグラフ化したもの(一部)

4. おわりに

健常者およびパーキンソン病患者を対象にして、歩行実験を行い、得られたデータをXMLドキュメント化し、歩行データベースを作成した。作成されたデータベースには、歩行実験のデータが忠実に記録されており、これにより歩行分析におけるデータの管理、検索などを行うことが可能である。

謝辞

本研究費の一部は、科研番号16200005、研究種目「基盤研究(A)、研究課題名「病を知るデジタルヒューマン」研究開発—医学応用のためのコンテンツ作り—」による。

文献

- [1] Hiroshi Mitoma, Ryoichi Hayashi, Nobuo Yanagisawa, Hiroshi Tsukagoshi, "Characteristics of parkinsonian and ataxic gaits: a study using surface electromyograms, angular displacements and floor reaction forces", Journal of the Neurological Sciences, 2000, Volume 174, Issue 1, Pages 22-39
- [2] Prem Kuchi, Raghu Ram Hiremagalur, Helen Huang, Michael Carhart, Jiping He, Sethuraman Panchanathan, "DRAG: A Database for Recognition and Analysis of Gait", Proceedings of International Society for Optical Engineering (SPIE), Vol.5242, pp.115-124, Nov 2003