1N-08

ハーバードビート評価テストiOSアプリケーションの開発と信頼性の検証

今野嶺 †　　藤井進也 ‡

慶應義塾大学 環境情報学部

1. はじめに

私たちが音楽のリズムに合わせて身体を動かす際，脳内での情報処理プロセスは「音波からリズムを知覚するプロセス」と「知覚したリズムに合わせて身体運動を生成するプロセス」の2つに大別できる．音楽に合わせて身体を動かすことが出来ない「失音楽リズム症」（俗に言うリズム音痴）の人々[1] は，この2つの脳内情報処理プロセスのうちのいずれかが苦手であるのが原因なのではないかと考えられる．

2013年に開発されたハーバードビート評価テスト [2] は、ヒトのリズム知覚・生成能力の個人差を別々に評価し，失音楽リズム症の可能性のある個人を短時間で同定するために開発された．テストは計4種類のテストで構成されており，各テストに対し，楽曲や変化するリズムに合わせたタッピング及び変化の方向（加速，減速等）に関する回答を行なう．しかしながら，このテストはパソコンやキーボード，オーディオインターフェース，指タップセンサー，MATLAB ソフトウェア（Mathworks 社製）が必要とされており，セットアップが難しく，テストが一般に普及しにくいという問題点がある．

そこで本研究は，より手軽にリズム知覚・生成能力を客観的に評価ができるようにするため，ハーバードビート評価テストを iOS アプリケーションとして移植し，得られたテスト結果の信頼性を評価することを目的とした．

2. 方法

2.1 実験手順

ハーバードビート評価テストの音楽タッピングテストを用いて実験を実施した．ロック，ポップオーケストラ，ジャズの3種類の音楽が3種類の BPM（Beat Per Minute）で再生され，被験者（男性1名，21歳）は再生楽曲に合わせて拍子を4分音符で先端が硬い素材でできたタッチペンにて中央に表示されるボタンをタッピングするよう教示された．楽曲の再生前には1000 Hz の純音が合図音として通知された．9楽曲を2試行ずつ，合計18試行実施した．

2.2 実験設定

本実験では2種類のシステムでタッピングデータを記録した．1つ目のシステムは iPhone SE（Apple 社製）上で使用した iOS アプリケーションであり、ボタンに触れた瞬間に再生されてからの経過時間を算出する方法により、タッピングデータを取得した．2つ目のシステムは，MATLAB ソフトウェア上に構築したアナログデータ収録システムであり，デバイス上に接触型ピエゾセラミックセンサー（DT10, Yamaha 社製）を取り付けることでタッピングデータを取得した．2つのシステムで取得したデータを比較することで，iOS アプリケーションのデータの信頼性を検証した．

2.3 データの解析

本研究では ITI（Inter-tap Interval）と Asynchrony という2つの指標に焦点を当て，データ解析を行なった．ITI はタップの間隔を意味し，Asynchrony は被験者のタップタイミングと楽曲の拍子タイミングの差分（非同期性）を意味する．

MATLAB 版と iOS 版のそれぞれで取得したデータを用いて，ITI と Asynchrony を算出した．iOS 版で算出した指標が MATLAB 版と比較してどの程度の信頼性があるかを検証するために，級内相関係数，ピアソンの相関係数を求めた他，ブランドーアルトマン分析を用いてデータ解析を行なった．

3. 結果

級内相関係数，ピアソンの相関係数及びブランドーアルトマン分析の結果を表1，2に示す．検者内信頼性は ITI は 0.994，Asynchrony は 0.931 となった．ピアソンの相関係数は ITI が 0.994，Asynchrony が 0.978 となりどちらも p 値が 0.001 未満であった．ブランドーア

Development and reliability of the Harvard Beat Assessment Test iOS app

†Rei Konno, the Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

‡Shinya Fujii, the Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ルトマン分析の結果，iOS 版は MATLAB 版より平均して ITI で 0.01 大きい値，Asynchrony で 8.16 大きい値だった．

なお図 1，2 は MATLAB 版で計測したデータに基づいて算出された ITI 及び Asynchrony を横軸にし，iOS 版で計測したデータに基づいて算出された ITI 及び Asynchrony を縦軸としたものである．

表 1: 級内相関係数及びピアソンの相関係数

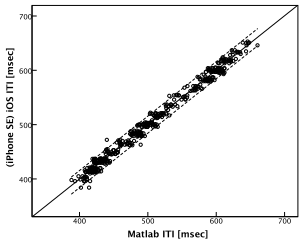
Method	ICC(1,1)	(95% CI)	Pearson's r
ITI	0.994	0.993 - 0.995	0.994
Asynchrony	0.931	0.918 - 0.942	0.978

表 2: ブランドーアルトマン分析

Method	MD	SE_{MD}	SD_{MD}
ITI	-0.01	0.37	7.98
Asynchrony	-8.16	0.25	5.54

Method	CI MD	CI LA
ITI	-0.73 to 0.72	-15.64 to 15.62
Async	-8.65 to -7.67	-19.01 to 2.69

MD, 平均値; SD_{MD}, MD の標準偏差; SE_{MD}, MD の標準誤差; CI MD, MD の 95 %信頼区間; CI LA, 許容範囲の 95 %信頼区間



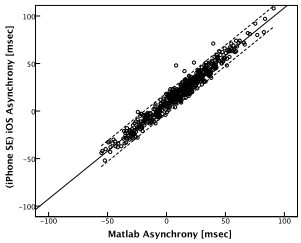


図 1(左): ITI の線形回帰図 [$y = -1.24 + 1 * x$]
図 2(右): Asynchrony の線形回帰図 [$y = 8.1 + 1.01 * x$]

4. 考察

ブランドーアルトマン分析を用いた結果，Asynchrony 指標に関しては平均して-8.16 ミリ秒の差が認められた．これは画面に触れたときにタッチセンサーから CPU に信号が渡り「タップした」と判定するまでのラグによる影響 [3][4]，かつ実際に流れている音に合わせて拍子タイミングのズレを調整する作業を行なわずに計算したことによる影響であると考えられる．iOS アプリケーションを用いたデータ間の比較を行なう場合はどちらも 8.16 ミリ秒のバイアスがかかっているため問題はないが，先行研究などの絶対的数値と比較を行なう際は 8.16 ミリ秒という過大評価を考慮しなければならない．一方，ITI に関しては標準誤差が 0.37 と低く，iOS 版と MATLAB 版でほとんど差が見られなかった．今回求めた検者内信頼性係数は同一の検者が複数の被験者に複数回の測定を実施して得られた測定値の信頼性を評価する係数であり，0.0 から 1.0 で測定値の安定性を評価する．本研究で求めた級内相関係数はいずれも 0.9 を超えており，*Landis, et al.* (1977)[5] と 桑原ら (1993)[6] による判定基準において良好な信頼性が確認でき，結果に安定性があることがわかった．

5. まとめ

本研究では，ハーバードビート評価テストをより簡便に行なえるよう，iOS アプリケーションに移植することを目的とした実装をし，その信頼性を検証した．音楽に合わせて拍子を四分音符でタップするテストを行ない，ITI 及び Asynchrony の算出の二通りで検証した．

その結果，ITI と Asynchrony のいずれにおいても，iOS 版と MATLAB 版で取得したデータ間には高い相関関係が認められた．ただし iOS 版の Asynchrony 指標については，平均して 8 ミリ秒程度過大評価される可能性があるので，留意する必要がある．

参考文献

[1] Phillips-Silver Jessica, Petri Toiviainen, Nathalie Gosselin, et al. “Born to dance but beat deaf: a new form of congenital amusia,” Neuropsychologia. 2011;49(5):961-969.

[2] Fujii Shinya, and Gottfried Schlaug. “The Harvard Beat Assessment Test (H-BAT): a battery for assessing beat perception and production and their dissociation,” Front Hum Neurosci. 2013;7:771.

[3] Kim Hyung-Suk, Blair Kaneshiro, and Jonathan Berger. “Tap-It: An iOS app for sensori-motor synchronization experiments,” in Proc. of 12th International Conference on Music Perception and Cognition, Thessaloniki, Greece. 2012.

[4] Schatz Philip, Vincent Ybarra, and Donald Leitner. “Validating the accuracy of reaction time assessment on computer-based tablet devices,” Assessment 22.4 (2015): 405-410.

[5] Landis J. Richard, and Gary G. Koch. “The measurement of observer agreement for categorical data,” biometrics (1977): 159-174.

[6] 桑原洋一, 斉藤俊弘, and 稲垣義明 “検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討—なぜ統計学的有意が得られないのか,” 呼吸と循環 41.10 (1993): 945-952.

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.