音楽ライブ会場におけるリズム教示インタフェースの提案

ルークホーソーン[†]　吉井貴映[†]　新田英雅[†]　浅野剛司[†]
田辺晃弘[†]　平山貴之[†]　木田純平[†]　松下宗一郎[†]

音楽ライブ会場では観客が発光するスティックを手で振ることで，ステージ上の演奏者との一体感を強めるインタラクションが存在するが，誤ったリズムで振っているケースが散見される．そこで本研究ではスティックの振り方を運動センサにて解析しつつ，正しいリズムでの振りを振動や光にて教示するインタフェースを提案する．実験の結果，被験者（観客）の手首に装着した角速度センサにより，振動や衝撃に対しロバストなリズム検出を行うことができた．また，振動によるリズム教示では，視覚的な教示に比べて正しいリズムでの振りを誘導しやすいことが分かった．

Rhythm Instructing Light Stick

LUKE HAWTHORNE[†]　TAKAAKI YOSHII[†]　HIDEMASA NITTA[†]
TSUYOSHI ASANO[†]　AKIHIRO TANABE[†]　TAKAYUKI HIRAYAMA[†]
JUNPEI KIDA[†]　SOICHIRO MATSUSHITA[†]

A rhythm instruction system for a light stick used in a music live concert has been investigated. A wristwatch-like motion sensing device with a rotational angle recognition engine may report the accurate timing information on each swing of the stick. It was also found that a vibration motor was effective for the rhythm instruction in comparison with a visual aid.

1. はじめに

演奏者が多人数の観客に向かって音楽の演奏を行う音楽ライブでは，曲の終わりに観客が拍手を行うことで演奏者に感想を伝える方法の他に，発光するスティックを曲のリズムに合わせて振ることで会場全体の一体感を高める手法が知られている．ここでは，曲目演奏後の拍手や歓声といった，演奏に対して若干大きな時間遅れのあるリアクションに対し，発光スティックの振りが持つリアルタイム性の高さがライブの盛り上がりに貢献しているものと考えられる．しかしながら，実際のライブ会場では，いわば「間違ったリズム」でスティックが振られてしまうことで，場の雰囲気を若干壊してしまっているケースが散見される．すなわち，演奏される楽曲のもつリズムに全く乗れていない発光スティックの動きによって，演奏者のみならず周囲の観客にも残念な空気が伝わってくることがある．このことの原因が，演奏者の演目に対する知識の浅さにあるのか，あるいはスティックを振る観客のリズム感覚にあるのかは不明である．しかしながら，一般的には音楽ライブにおける音楽には明確なリズムが存在していることから,「間違ったリズム」を作り出す原因が，個人のリズム感覚の中にある可能性が高いものと思われる．そこで本研究では，まず最初に発光するスティックを振るリズムを正確に検出するデバイスを製作した上で，振動モータや発光デバイス等を用いた「正しいリズム」を教示するインタフェースの検討を行い，音楽ライブの会場の盛り上がりをより高めることのできるシステムの実現を目指すこととした．

† 東京工科大学
Tokyo University of Technology

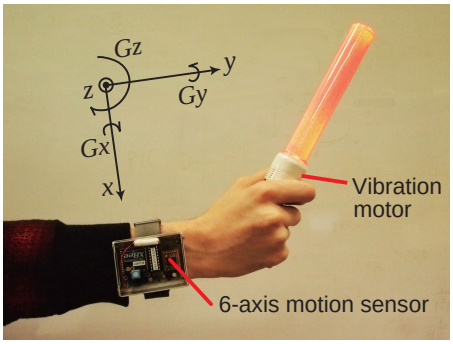

図 1　発光スティック及び腕時計型モーションセンサ
Figure 1　Light stick and wristwatch-like motion sensor

2. リズム検出デバイス

図 1 は発光ダイオードを用いた発光スティック並びに，腕時計型モーションセンサデバイスであり，発光スティックの握り手部分にはリズムを教示するための振動モーターと高輝度発光ダイオード（LED）が取り付けられている．腕時計型デバイスは，6 軸モーションセンサ（3 軸加速度及び 3 軸角速度）に加え，振りのモーションを解析する 16 ビットマイクロコントローラ並びにワイヤレス通信モジュール（2.4GHz 帯，出力 1mW）により構成されており，総重量は約 81 グラムである．このデバイスでは，振りのタイミングや強さを内部で計算し，結果をワイヤレスにて送信することで，ノートＰＣの画面に解析結果をリアルタイムで表示することができる．また，サンプリング周波数は角速度センサの周波数帯域から 400Hz と，リズム検出の時間分解能は 2.5 ミリ秒となっている．ここで，加速度センサ

© 2014 Information Processing Society of Japan

については衝撃の影響を受けやすく，振りのリズムを正確に検出することが困難であるため，解析には角速度センサ（最大±1000 度毎秒）からの信号を用いることとした．

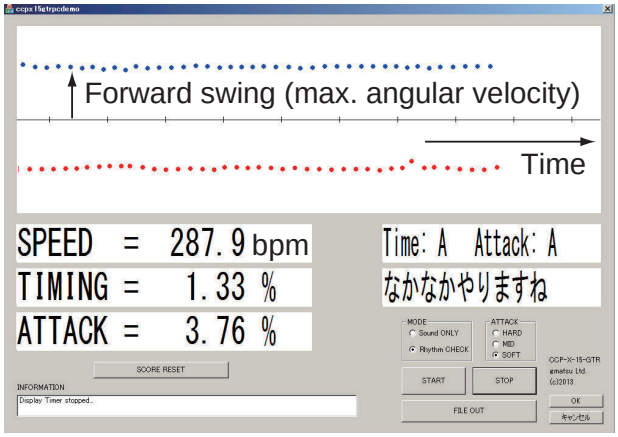

図 2　振りのタイミング解析を実行した例

Figure 2　Timing analysis for light stick swing

続いて，リズム検出については，ギターのコードストロークにおけるリズム検出アルゴリズムを使用した[1]．このアルゴリズムでは，図 1 に示した回転軸のうち，手首のひねりに感度をもつ Gy 軸と，手首の横振りに対応する Gz の軸から 1 つを選択し，振りにおける最大の角速度が得られた時刻と振り始めからの回転角度を見積もることで，振りのタイミングと強さを推定している．ここで，ギター演奏における利き手の手首運動では，指などがギター弦に接触する際に角速度が急変する場合があることから，角速度が最初に極大を記録してから約 50 ミリ秒の間は更に大きな角速度が検出されないことをもって，最速の「振り」が発生した時刻と見なしている．図 2 は，発光スティックの典型的な振り方の 1 つである右手を体の前後に振るモーションを Gz 軸にて検出した結果であり，前方（上段）ならびに後方（下段）への最大角速度と，これらが記録された瞬間が，振りのスピード（SPEED 単位 bpm），スピードの揺らぎ（TIMING　単位%），最大角速度の揺らぎ（ATTACK 単位 %）といったパラメータとともに表示されている．

3. リズムの教示方法とリズム感計測結果

リズムを教示する際には，一般的には視覚，聴覚，あるいは触覚を用いることとなる．そこで，腕時計型モーションセンサにてリズムの評価を行いながら，教示に合わせて発光スティックを振る実験を行った．ここでは，1 分間に 60 回～120 回といった一定のリズムで，視覚については LED の点滅，聴覚では電子メトロノーム，触覚に対しては振動モータによる刺激によってタイミングの教示を行った．また，振動モータによるリズム教示では，腕時計型モーションセンサにおいてもある程度の運動信号が発生するものの，振動衝撃にあまり感度を持たない角速度センサの特性と，突発的な衝撃を考慮したタイミング認識アルゴリズムの採用により，振りの検出精度に大きな影響は見られなかった．そして，比較的リズム感が良いと思われる被験者では，全ての刺激の種類に対し，振りの精度はほとんど変化しないことが分かった．このことは，視覚，聴覚，触覚のそれぞれにおいて正しいリズムの教示が可能であることを示している一方で，被験者がリズムを覚えてしまっている可能性が考えられる．そこで，先の実験においてリズム感が良いと判定された被験者について，発光スティックを振っている途中で教示するリズムを変化させる実験を行った．図 3 は，最初に分速 75 回にてリズムの教示を行い，突然分速 150 回にリズムを変化させた時に観測された振りのタイミングを示したものである．ここで，リズムの教示を視覚（LED）及び触覚（振動モータ）のそれぞれについて行ったところ，振動モータによる教示の方が LED より 3 秒程度早く正しいリズムの振りに修正されていることが分かった．これは，振っている発光スティックを注視し続けることが困難であることに起因するものと思われる一方で，触覚によるリズム教示がより有効であることを示唆している．

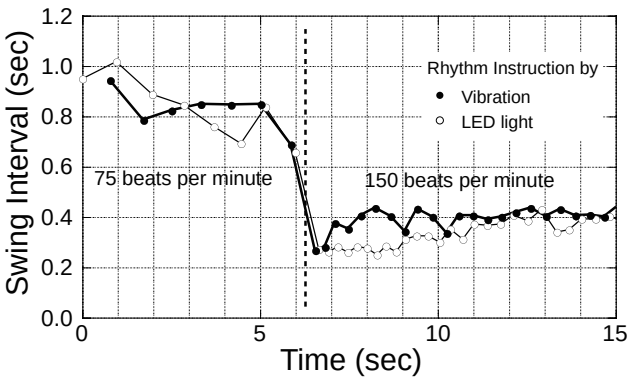

図 3　視覚または触覚によるリズム教示に対する反応

Figure 3　Response for visual or tactile rhythm instruction

4. まとめと今後の展望

本研究では，発光スティックを振る際のリズム感を腕時計型デバイスにて計測し，実際の音楽ライブ会場にてスティックを使用しながらリズムに関する教示を受けることが可能である触覚による刺激によって，振りの誤りを早期に修正させられる可能性を見いだした．今後は，音楽そのものや周囲の振りの様子から教示を行うべきリズムを発生させる方法や，更に効果的なリズム教示方法の検討を進めることで，音楽ライブをより楽しくするインタラクションシステムの実現を目指して行きたい．

参考文献

1)　Matsushita S. and Iwase D.: Detecting Strumming Action While Playing Guitar, ACM Proceedings of International Symposium on Wearable Computers (ISWC2013), pp.145-146, Zurich (2013).

© 2014 Information Processing Society of Japan