

機関番号：37112

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700246

研究課題名(和文) 生理指標による楽曲聴取中の感情推定に基づく個人向け自動作曲システム

研究課題名(英文) An Automatic Composition for Individual Using Physiological Indices for Presuming User's Emotion

研究代表者

福本 誠 (FUKUMOTO MAKOTO)

福岡工業大学・情報工学部・准教授

研究者番号：60422028

研究成果の概要(和文)：本研究では、これまでにないユーザの生体情報をもとに最適解探索を行う技術の提案を行う。この手法では、自動作曲を目的としており、例えばユーザの心拍を計測しながら楽曲のパターンを聴取することでユーザを安らげる楽曲を自動的に作る事が一つの目標になる。実際にシステムを構築し、有効性を検証する実験を行ったところ、ユーザの主観的なリラックス感に近づく様子が観察された。ただし、この検証はまだ十分ではないため、現在もシステムの改良とその有効性の検証を続ける予定である。

研究成果の概要(英文)：In this work, I proposed a new evolutionary computation based on user's physiological state for searching optimal solution. The objective of this study was to compose music pieces. For example, with heartbeat information of the user, the proposed method would automatically compose a relaxation music piece for the user. To investigate the efficacy of the proposed method, a system based on the proposed method was constructed. Through the experiments, created music pieces with the system were evaluated as relaxing. However, the investigations were not enough to clarify the efficacy. Therefore, after the improvement of the system, I will continue the investigations of the proposed method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性生理, 感性情報学, 音楽情報処理, 進化計算

1. 研究開始当初の背景

近年の情報技術の進展により、様々なメディアコンテンツの利用がなされるようになって

きた。このようなメディアコンテンツは、個人の好みに対応することが望まれており、その効果的な手法として対話型進化計算がある。進化計算は、もともとある問題の最適

解探索に用いられる手法であるが、対話型進化計算では、これを人間の感性を取り入れることで個々のユーザの好みに合う解すなわちメディアコンテンツを得る。

対話型進化計算は、CGはもちろんのこと、音・音楽のメディアについても応用がなされてきた。例えば、補聴器のパラメータ調整などに利用されており、ユーザ個々の聴きやすさを考慮したパラメータの調整が自動的にできることになる。楽曲について同じようなことができれば、ユーザ個人を癒すようなオーダーメイド的なリラクゼーション楽曲の生成なども夢ではないであろう。

しかしながら、対話型進化計算には幾つかの問題がある。対話型進化計算では、一般的に全ての候補をユーザが視聴しなければならないため、本研究で目標とする楽曲のような時間推移するコンテンツでは非常に時間がかかる。この問題は、より大きな問題につながっている。すなわち、ユーザの大きな疲労につながることになる。このような問題は、音楽だけではなく、動画や香りといった時間的な経過を要するメディア全般に当てはまる問題であり、対話型進化計算の大きな問題として指摘されている。

このような問題を防ぐため、図に示すように、対話型進化計算における個体の評価に、ユーザの生体情報を利用する手法がある。生体情報を利用することで、ユーザは主観評価をしなくて済むようになるため、この作業による疲労の軽減が期待される。また、主観評価による評価の決定の過程そのものが、評価値のノイズになっている可能性もあり、このような問題の解決につながることも期待される。ただし、このような手法は、高木らによって提案されたものの、具体的なシステムの構築は、研究代表者による例などわずかな例に留まっており、さらに効果的と思われる結果は未だ得られていない。

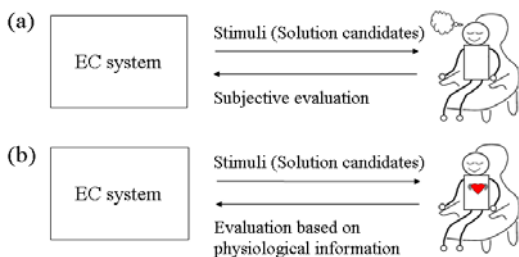


図 1：対話型進化計算と生体情報を用いる進化計算の違い

2. 研究の目的

本研究の目的は、ユーザの生体情報を利用して最適解探索を行うシステムの開発にあ

る。より具体的な目的としては、このようなシステムを、ユーザ個人を安らげるような楽曲の自動作曲に用いることを当初の目標とした。

具体的な工夫としては、研究代表者が行ってきた心拍間隔やその変動を利用してユーザの自律神経活動を推定すること、楽曲のパターンを聴き始めてから心拍間隔に影響が出るまでの時間を検証すること、生成の対象として楽曲以外のメディアコンテンツも含めることで、より効果的な手法を目指すことなど、があった。

3. 研究の方法

(1) 開発したシステムについて

提案手法に基づいた構築したシステムのプロトタイプを示す。システムからは進化計算における個体すなわち解の候補がユーザに提示される。ここでは、メロディやコード進行となる。これらを聴取している最中のユーザの心電図を計測し、R波を検出することで心拍間隔が取得される。一般に、心拍間隔はリラクゼーション時に伸張するとされる。また、この図では、心拍間隔ではなく、心拍間隔変動が利用され、図中①の部位でそのスペクトル成分の計算がなされる。HF成分は副交感神経活動を反映するとされるが、この成分を評価値として用いる。

次に、部位②では、この心拍間隔の値は、ユーザに提示された個体の評価値として利用される。通常、この評価値は、5、7段階の主観評価値で得られるが、提案手法では生体情報を利用する点に特徴がある。この評価値をもとに、ある世代の親個体の選択を行う。また、通常の遺伝子における交叉や突然変異を模したパターンの組み換えが行われる。

部位③では、個体が音楽のパターンとして書き換えられる。ここでは、パターンとして記述されている数値を音階や音楽コードに変換する。音楽のファイルとしては、MIDI規格が利用される。生成されたパターンは、新たな世代の個体としてユーザに提示される。

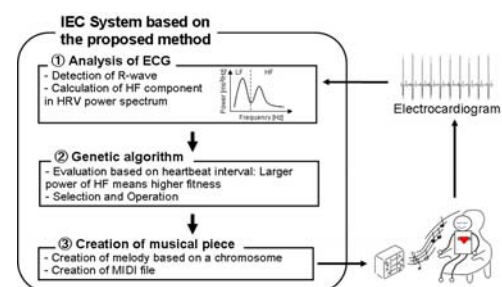


図 2：提案手法に基づいて構築したシステムのプロトタイプ

(2) 実験方法について

提案手法の有効性を調べるために、本研究では、音・音楽コンテンツの聴取実験を行う。聴取実験では、被験者に音すなわち進化計算の個体を聴取してもらいながら、同時に心電図の計測をさせてもらう。

被験者数は5名である。聴取する個体数は、1世代あたり6個体で、計10世代を通じた実験を行う。合計で、60個体を聴取することになる。

また、一旦上記の手順でコンテンツの生成を行った後、異なる日に再評価実験を行う。再評価実験では、主観評価実験すなわち7段階評定による主観的なリラクゼーション感を被験者に評価してもらう。ここで被験者に提示される個体は、生成の実験で得られた個体の代表的な個体であり、例えば、1, 4, 7, 10世代における最大の評価値を得た個体を用いる。このような方法を用いることで、ユーザ個人を安らげる音・音楽コンテンツを生成できたか否かを評価することが可能になる。なお、提示する代表的な個体の順序は、ランダムでカウンターバランスがとられた。

4. 研究成果

成果として、実験結果とそこから説明しうることを示す。

図3は、実験で得られたHF成分の変動である。通常の対話型進化計算では、評価値すなわち主観評価による得点が徐々に増加するのが典型的な例であるが、ここではほとんど評価値の増加が観察されなかった。しかしながら、個体の評価については近い時間帯(同じ世代)における相対的な評価さえ反映されていれば良いと考えられるので、ここでは大きな問題とは考えていない。

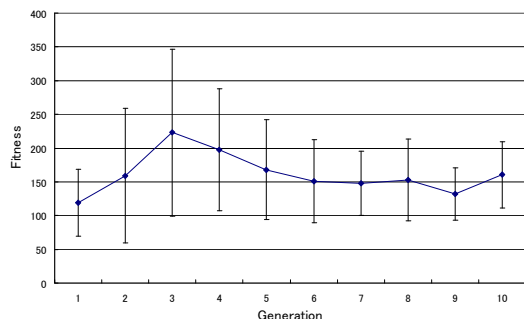


図3：生成実験における評価値（心拍変動HF成分）の推移

図4は、それに対する再評価実験の結果である。1, 4, 7, 10世代のそれぞれにおける最良個体を抽出し、主観的な評価を行う。すなわち、縦軸は主観的なリラクゼーション感であり、高い値は、主観的な高いリラクゼーション感を意味する。図4よりわかるように、主観評価値については、第一世代よりは他の個体でよい個体が得られているようだが、必ずしもスムーズな評価値の上昇が得られているわけではない。

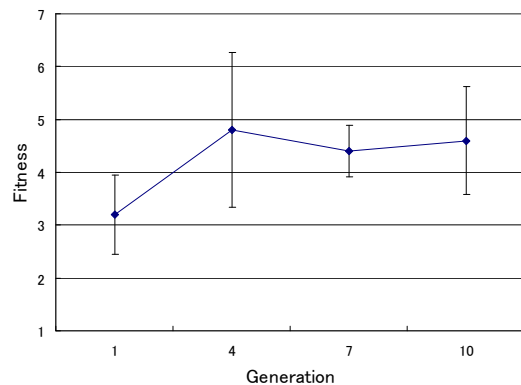


図4：主観評価値（リラクゼーション感）の推移

なお、これらの結果については、被験者数を大幅に増やした結果を得て、ある程度の主観評価値の上昇の観察ができた。このけっかについては、まだ検証中の部分もあるが、現在別の雑誌へ論文として投稿中である。

また、これらの結果とは別に、幾つかの新たな手法も提案した。例えば、上記のシステムでは心拍変動成分のみを評価値として利用したが、心拍間隔と心拍変動成分を合わせて評価値とする方法や、図5に示すような、生体情報と主観評価値を併用する新たな進化計算技術の開発も行っている。これらの技術については、効果の検証が不十分な段階であるが、幾つかの用途では大きな効果を観察できるのではないかと期待しており、今後も研究を継続する予定である。

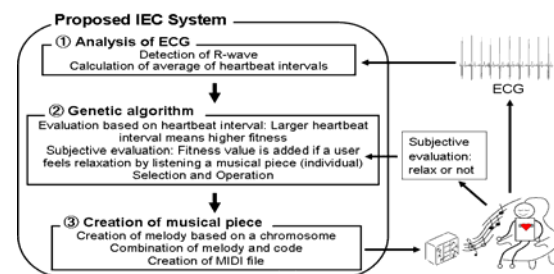


図5：生体情報と主観評価を併用して評価値とする進化計算システムの概念図

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

①小川信太郎、福本誠、対話型遺伝的アルゴリズムを用いた多様なサイン音生成手法の提案、電気学会論文誌C、131(3)、2011、pp. 698-699、査読有り

② M. Fukumoto, S. Nomura, M. Sawai, J. Imai, T. Nagashima、Investigation of synchronization between musical beat and heartbeat with Cardio-Music Synchrogram、Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE、1(1)、pp. 146-152、2010、査読有り

③ M. Fukumoto, K. Matsuo、Effects of musical tempo on multiple subjective impressions、International Journal of Biometrics、2(2)、pp. 124-133、2010、査読有り

④ M. Fukumoto and S. Nomura、The change in the synchronization between heartbeat and music、Journal of Medical Informatics & Technologies、Vol. 13、pp. 229-234、2009、査読有り

[学会発表] (計19件)

① 福本誠、今村佑介、井上誠、今井順一、対話型差分進化による香りの最適化と検討、人工知能学会第6回進化計算フロンティア研究会、平成23年3月14、15日、名古屋大学

② 福本誠、井上誠、対話型Artificial Bee Colonyアルゴリズムによるメディアコンテンツ最適化、進化計算シンポジウム2010、平成22年12月18、19日、福岡市久山レイクサイドホテル

③ M. Fukumoto, S. Nakashima, S. Ogawa, J. Imai, Extended Interactive Evolutionary Computation Using Heart Rate Variability as Fitness Value for Composing Music Chord Progression、World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC2010)、2010年12月15~17日、Kitakyusyu, Japan

④ 山本陵太、小川信太郎、中島嵩太、福本誠、対話型GAを用いたドラムのフィルインパターン自動生成手法の提案、日本感性工学会第3回生命ソフトウェア部会研究会、平成22年11月27日、はこだて未来大学

⑤ 小川信太郎、福本誠、対話型遺伝的アルゴリズムで生成した警告音のピッチ差による評

価、日本感性工学会第3回生命ソフトウェア部会研究会、平成22年11月27日、はこだて未来大学

⑥ 中島嵩太、福本誠、心拍変動を用いた拡張対話型進化計算における適応度の分析、日本感性工学会第3回生命ソフトウェア部会研究会、平成22年11月27日、はこだて未来大学

⑦ S. Nakashima, Y. Imamura, S. Ogawa, and M. Fukumoto, Generation of Appropriate User Chord Progression Based on Interactive Genetic Algorithm, Fifth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC-2010), Nov. 4-6, 2010, Fukuoka, Japan

⑧ M. Fukumoto, Yusuke Imamura, Makoto Inoue and Jun-ichi Imai, Convergence of Vectors in Paired Comparison based Interactive Differential Evolution for Creating Scent, Fifth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC-2010), Nov. 4-6, 2010, Fukuoka, Japan

⑨ M. Fukumoto, Interactive Evolutionary Computation Utilizing Subjective Evaluation and Physiological Information as Evaluation Value, 2010 IEEE Int. Conf. System, Man, and Cybernetics, Oct. 10-13, 2010, Istanbul, Turkey

⑩ 中島嵩太、福本誠、対話型遺伝的アルゴリズムによるユーザの好みに合うコード進行生成手法、電気関係学会九州支部連合大会、平成22年9月25、26日、九州産業大学

⑪ 今村佑介、福本誠、対話型遺伝的アルゴリズムに基づく香り生成手法の評価、電気関係学会九州支部連合大会、平成22年9月25、26日、九州産業大学

⑫ 小川信太郎、福本誠、異なるサイン音を生成する対話型進化計算手法の提案、電気関係学会九州支部連合大会、平成22年9月25、26日、九州産業大学

⑬ 福本誠、主観評価や生理情報を利用した音楽・香りコンテンツ生成、第12回日本感性工学会大会、2010年9月11~13日、東京工業大学

⑭ M. Fukumoto, User's Favorite Scent Design Using Paired Comparison-based Interactive Evolutionary Computation, 2010 IEEE Congress on Evolutionary Computation, July 18-23, 2010, Barcelona, Spain

⑮ M. Fukumoto, J. Imai, Design of Scents Suited with User's Kansei using Interactive Evolutionary Computation, Kansei Engineering and Emotion Research 2010, March 2-4, 2010, Paris, France

⑯ 福本誠, 小川信太朗, 複数の生理指標を用いた進化計算手法の検討、第2回日本感性工学会生命ソフトウェア部会研究会、2009年11月6日、札幌市

⑰ M. Fukumoto, S. Nomura, M. Sawai, J. Imai, and T Nagashima, Investigation of Synchronization between Tempo of Sound and Heartbeat with Cardio-Music Synchrogram, 2009 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, Oct. 18-21, 2009, Sapporo, Japan

⑱ 福本誠, 今村佑介, 中島嵩太, 今井順一、対話型進化計算を利用した香りのデザイン手法の提案、第62回電気関係学会九州支部連合大会、2009年9月28-29日、飯塚市

⑲ M. Fukumoto, H. Hasegawa, T. Hazama, and T. Nagashima, Temporal development of heartbeat interval in transition of sound stimuli inducing different relaxation feelings, International Conference on Biometrics and Kansei Engineering 2009, Jun. 25-28, 2009, Cieszyn, Poland

[図書] (計1件)

M. Fukumoto、H. Hasegawa, InTech, "Investigation of Temporal Change in Heartbeat in Transition of Sound and Music Stimuli", Biometrics / Book 3, edited by J. Yang, ISBN 978-953-307-488-7, 2011 (印刷中)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福本 誠 (FUKUMOTO MAKOTO)
福岡工業大学・情報工学部・准教授
研究者番号：60422028