

HamoKara：カラオケのためのハモリ練習支援システム

白石 美南¹ 小笠原 梢¹ 北原 鉄朗^{1,a)}

概要：本稿では、カラオケのためのハモリ練習システム「HamoKara」について述べる。カラオケの楽しみ方の1つに、友人同士などで主旋律と副旋律を分担して歌うことでハーモニーを奏でる（いわゆる「ハモる」）ことがあげられるが、副旋律を事前の練習なしに正確に歌うのは簡単ではない。本研究で提案するHamoKaraは、伴奏およびガイドメロディ用のMIDIファイルから副旋律を自動的に生成し、ピアノロール画面およびガイド音でユーザに知らせるとともに、ユーザの歌唱から基本周波数を推定してピアノロール画面に重ねて表示することで、ユーザの歌唱の正しさを可視化する機能を持つ。これらの機能により、様々な楽曲に対する副旋律の歌唱をユーザが事前に習得してからカラオケで実践することができるようになる。

カラオケは、音楽に関する最も人気のあるエンターテインメントの1つである。また、カラオケは、通信カラオケなどから分かるようにITとの親和性が高いという特徴もある。そのため、カラオケの楽しさを拡張することを目的とした研究開発が行われている[1], [2], [3]。

カラオケの楽しみ方の1つに、2人でハーモニーを奏でる、いわゆる「ハモる」ことがあげられる。たとえば、1人が主旋律を歌ってもう1人が副旋律を歌うことで綺麗なハーモニーを奏でることができれば、1人で歌ったり2人がともに主旋律を歌うのとは別の楽しみを感じることができる。実際、YouTubeで「ハモってみた」をキーワードに動画を検索すれば、一般のカラオケ愛好家がハーモニーを奏でているシーンを録画した動画をいろいろと確認することができる。

しかし、実際に上手にハモるのは決して簡単ではない。第1に、適切な副旋律を見つけるには音楽的な知識が必要である。一般的には、3度上または3度下を歌うことになるが、長3度がいいのか短3度がいいのかはコード進行や調などに依存する。また、完全4度の方が望ましい場合もある。原曲にハモリが存在する場合はその副旋律を聴いて覚えることができるが、そうでない場合は自ら適切な旋律を探す必要がある。第2に、副旋律は歌い慣れていないため、あらかじめ練習しておかないと上手に歌うのが難しいという問題がある。特に、主旋律を担当する歌唱者と一緒に歌えば、主旋律につられてしまい、音高が不安定になったり誤ったりする可能性が考えられる。

本稿では、これらの問題を解決し、カラオケ愛好家が副旋

律の歌唱（ハモリ）の練習ができるシステム「HamoKara」を提案する^{*1}。このシステムは、伴奏再生用に用意されたMIDIデータから自動的に副旋律を生成する機能（副旋律生成機能）と、副旋律をガイド音およびピアノロール表示によりユーザに伝え、ユーザの歌唱の音高を分析して正しい副旋律の音高とどのぐらい一致するかを可視化する機能（副旋律練習支援機能）を持つ。

これらの機能を持つシステムは、これまで開発されてこなかった。主旋律にハーモニーを付与する研究は数多く存在する（たとえば[4], [5], [6], [7], [8], [9]）が、カラオケのように主旋律と伴奏パートの両方が用意されていて、それらに合うように副旋律を付与するのは、問題設定が若干異なる。副旋律練習支援機能については、Voice Shooting Game [10] や MiruSinger [11], スマートフォン用アプリ [12] などが提案されているが、いずれも基本的に1人が歌う場面を想定したものである。RelaPitch [13] は、相対音高の歌唱トレーニングに着目したものであるが、実際の楽曲の歌唱を対象としたものではない。

本システムの副旋律生成機能では、伴奏生成およびガイドメロディー再生用に主旋律と伴奏パートが含まれるMIDIファイルが存在することを前提とする。主旋律に対してリズムが同一で音高が上または下（ユーザが選択できる）の副旋律を、伴奏パートと不協和にならないように生成する。生成手法として、ルールベースのものと隠れマルコフモデル（HMM）を用いたものを提案する。

副旋律練習支援機能では、カラオケ画面上部に主旋律、

¹ 日本大学文理学部情報科学科

^{a)} kitahara@chs.nihon-u.ac.jp

^{*1} 本システムの概要を紹介する動画が
<https://www.youtube.com/watch?v=C2.P7-jMwC8>
から入手できる。

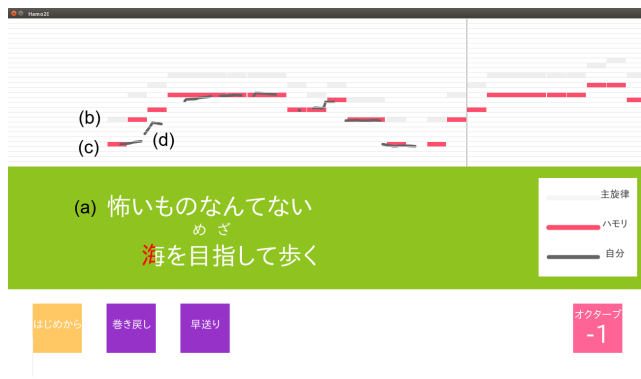


図 1 HamoKara のメイン画面

副旋律，ユーザによる歌唱の基本周波数がピアノロール形式で表示される（図 1）。ユーザは，自分の歌唱が副旋律と同じ位置に表示されるように気をつけながら歌唱の練習を行う。副旋律の正しい基本周波数と歌唱の基本周波数が合わない状態が一定時間続くと「もっと自分の声を聴こう」と表示される。このメッセージが表示されると，ユーザは必要に応じてヘッドフォンなどから流れる自分の声のボリュームを上げ，自分の声が聴きやすい状況で再度練習することが想定されている。

本研究で開発したシステムおよび実施した実験の詳細は，The 16th Sound and Music Computing Conference (SMC 2018) にて発表したもので，そちらの論文 [14] を参照していただきたい。この論文は <https://zenodo.org/record/1422675> で入手できる。

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP16K16180, JP16H01744, JP16KT0136, JP17H00749 の支援を受けた。

参考文献

- [1] Cano, P., Loscos, A., Bonada, J., de Boer, M. and Serra, X.: Voice Morphing System for Impersonating in Karaoke Applications, *Proc. ICMC* (2000).
- [2] Daido, R., Hahm, S.-J., Ito, M., Makino, S. and Ito, A.: A System for Evaluating Singing Enthusiasm for Karaoke, *Proc. ISMIR* (2011).
- [3] Kurihara, T., Kinoshita, N., Yamaguchi, R. and Kitahara, T.: A Tambourine Support System to Improve the Atmosphere of Karaoke, *Proc. SMC* (2015).
- [4] Pachet, F. and Roy, P.: Formulating constraint satisfaction problems on part-whole relations: the case of automatic harmonisation, *Workshop at European Conference on Artificial Intelligence* (1998).
- [5] Allan, M. and Williams, C. K. I.: Harmonising chorales by probabilistic inference, Vol. 17, pp. 25–32 (2005).
- [6] Phon-Amnuaisuk, S., Smaill, A. and Wiggins, G.: Chorale harmonization: A view from a search control perspective, *Journal of New Music Research*, Vol. 35, pp. 279–305 (2006).
- [7] Yi, L. and Goldsmith, J.: Automatic generation of four-part harmony. *Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence-Applications Workshop*, Vol. 268 (2007).
- [8] Buys, J. and van der Merwe, B.: Chorale harmonization

- with weighted finite-state transducers, *Twenty-Third Annual Symposium of the Pattern Recognition Association of South Africa*, pp. 95–101 (2012).
- [9] Suzuki, S. and Kitahara, T.: Four-part Harmonization Using Bayesian Networks: Pros and Cons of Introducing Chord Nodes, *Journal of New Music Research*, Vol. 43, No. 3, pp. 331–353 (2014).
 - [10] Hirai, S., Katayose, H. and Inokuchi, S.: Clinical Support System for Poor Pitch Singers, *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, Vol. J84-D-II, No. 9, pp. 1933–1941 (2001). in Japanese.
 - [11] Nakano, T., Goto, M. and Hiraga, Y.: MiruSinger: A Singing Skill Visualization Interface Using Real-Time Feedback and Music CD Recordings as Referential Data, *Proc. IEEE International Symposium on Multimedia*, pp. 75–76 (2007).
 - [12] Lin, K. W. E., Anderson, H., Hamzeen, M. and Lui, S.: Implementation and Evaluation of Real-Time Interactive User Interface Design in Self-learning Singing Pitch Training Apps, *Proc. ICMC-SMC*, pp. 1693–1697 (2014).
 - [13] Fukumoto, A., Hashida, M. and Katayose, H.: Re-laPitch: A Relative Pitch Training System With Singing, *Proc. Entertainment Computing Symposium*, pp. 332–333 (2016).
 - [14] Shiraishi, M., Ogasawara, K. and Kitahara, T.: HamoKara: A System for Practice of Backing Vocals for Karaoke, *Proceedings of 15th Sound and Music Computing Conference (SMC 2018)*, pp. 511–518 (2018).