

4U-07

マルチエージェントシステムによる電子譜面代表端末選定機能の検討

Study of the Electronic Musical Score functional
for Designating the Representative Terminal based on MultiAgent System

飯島 安恵*

Yasue Iijima

今野 将†

Susumu Konno

1 はじめに

タブレット端末を用いた電子譜面システムが多く研究・開発されており [1, 2], 筆者らも楽団向け電子譜面システム PEANUTS を開発している [3, 4]. PEANUTS の主な特徴は, 吹奏楽団での使用を想定した機能を実現している点である. その機能の一つとして, 論文 [3] において, 譜めくり作業の負荷を軽減するための代表端末選定機能を提案・開発した. 本稿では, 代表端末選定機能をマルチエージェントシステムを用いて実現する方法について検討する.

2 楽団向け電子譜面システム PEANUTS

2.1 電子譜面システム PEANUTS の概要

楽団向け電子譜面システム PEANUTS は iPad 向けの電子譜面システムである. 他端末との通信は Wi-Fi を用いて行い, 楽曲や後述する演奏者の負荷値などのデータは JSON ファイルを用いて入力する.

吹奏楽団などで楽曲を演奏する際に, 演奏者はパート譜を使用する. パート譜には, 演奏者が担当するパートの情報のみが記載されている. パート譜では, 図 1 に示すように全休符が複数小節に渡り記載されている場合, 省略されて記載されることがあり, パートごとに譜めくりタイミングが異なる. しかし, パート譜の中で譜面をめくるタイミングが一致する場合がある. PEANUTS では, その譜めくりタイミングに着目し, 代表端末選定機能を実現した. 代表端末選定機能とは, 各演奏者の譜めくり負荷値などを比較し, 譜めくりタイミングが一致している演奏者の中から代表者を 1 人選出し, その代表者が譜めくりをすると, 他の演奏者の端末の譜面が自動的にめくられるというものである.

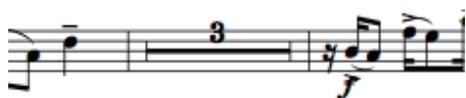


図 1: パート譜 全休符

* 千葉工業大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻, Graduate School of Engineering Master's Program in Electrical, Electronics and Computer Engineering, Chiba Institute of Technology.

† 千葉工業大学 工学部 電気電子情報工学科, Department of Electrical, Electronics and Computer Engineering, Chiba Institute of Technology.

楽団モデル

〈楽団〉 ::= 〈演奏者〉+ 〈楽曲〉+

演奏者モデル

〈演奏者〉 ::= 〈個人識別子〉 〈担当楽器〉 〈基礎負荷値〉

〈個人識別子〉 ::= “個人ID”

〈担当楽器〉 ::= … | Piccolo | Flute1st | Flute2nd | …

〈基礎負荷値〉 ::= 〈演奏レベル〉 + 〈譜読レベル〉 + 〈楽器演奏部位〉 + 〈楽器支持部位〉

〈演奏レベル〉 ::= 〈レベル〉

〈譜読レベル〉 ::= 〈レベル〉

〈レベル〉 ::= 1 | 2 | 3

〈楽器演奏部位〉 ::= [右手][左手][足]

〈楽器支持部位〉 ::= [右手][左手][足][首]

楽曲モデル

〈楽曲〉 ::= “曲名” 〈小節数〉 〈構成楽器〉 + 〈譜面〉

〈小節数〉 ::= n 小節 (楽曲ごとに異なる)

〈構成楽器〉 ::= 〈管楽器〉 〈打楽器〉

〈管楽器〉 ::= 〈運指〉 〈管担当楽器〉

〈運指〉 ::= 〈音階〉 [右手][左手]

〈音階〉 ::= … | C | C# | D | E | E# | F | …

〈管担当楽器〉 ::= … | Piccolo | Flute1st | Flute2nd | …

〈打楽器〉 ::= 〈楽器演奏部位〉 〈打担当楽器〉

〈楽器演奏部位〉 ::= 右手 [左手] [足]

〈打担当楽器〉 ::= … | Drums | Tympani | Cymbal | …

譜面モデル

〈譜面〉 ::= 〈パート譜〉 + 〈フルスコア譜〉

〈パート譜〉 ::= 〈パート名〉 〈小節番号〉 +

〈フルスコア譜〉 ::= 〈パート名〉 〈パート数〉 〈小節番号〉 +

〈小節番号〉 ::= [1ページ目] … [n-2ページ目] [n-1ページ目]

図 2: BNF を用いたモデル定義

2.2 モデルの定義と演奏者の負荷値の計算方法

PEANUTS を設計するために, 楽団モデル, 演奏者モデル, 楽曲モデル, 譜面モデルを図 2 の通り定義した. 演奏者の負荷値を算出するために, パートの人数 NP_{inst} , 楽器の負荷値 LI , 譜めくり回数 Pt , 個人の負荷値 Lm , 個人の譜めくり負荷値 Lt , パートの譜めくり負荷値 Lp , 譜めくり直前の運指負荷値 $Fing$ と, 式 (1)~(4) を用いる.

$$Lt_y = \{(LI_x \times Lm_y) \times Pt_x\} + Fing_x \quad (1)$$

$$Lp_x = \sum_{m \in NP_{inst}} (Lt_y)_m \quad (2)$$

$$Lp_x = \sum_{m \in NP_{inst}} \{(LI_x \times Lm_y) \times Pt_x\} + Fing_x \}_m \quad (3)$$



図 3: 譜めくりタイミング表 (一部)

$$Lp_x = \sum_{m \in NP_{inst}} \{ \{ (LI_x \times Lm_y) \times Pt_y \} + Fing_x \}_m \quad (4)$$

x はパートごとの識別, y は個人の識別を表す.

PEANUTS では, (4) 式における譜めくり回数 (Pt_y) を削減し, 楽団全体で演奏者の譜めくり負荷を軽減することを目的としている.

2.3 代表端末選定処理の流れ

PEANUTS において, 代表端末は次に示す 4 つの STEP を用いて選定される. 代表端末決定のためのアルゴリズムを以下に示す.

STEP 1. 【譜めくりに関するパラメータを算出】前節のモデルおよび式を用いて, 各種パラメータ (NP_{inst} , LI , Pt , Lm , Lt , Lp , $Fing$) を算出する.

STEP 2. 【演奏者をグループに分類】譜面から抽出した譜めくりタイミングを考慮し, 演奏者を譜めくりタイミングが同じグループへ分類する.

STEP 3. 【代表端末を決定】STEP1 で算出したパラメータと, STEP2 で分類したグループを考慮しながら, グループ内で負荷値が最も低い演奏者を代表端末とする.

STEP 4. 【グループ内で譜めくりを同期】STEP3 で決定した代表端末が譜めくりを行うと, 同グループ内の演奏者の端末と同期され譜面が自動的にめくられる.

2.4 PEANUTS のシミュレーション実験

代表端末決定アルゴリズム中の STEP 3 の代表端末選定方法について, 譜めくりタイミング表 (図 3) を用いて [A]~[D] の 4 通りのシミュレーションを行った. それぞれ, 演奏者の負荷値を比較し, 負荷値が最も低い演奏者へ代表端末を割り振る方法である. 結果, 4 通りの方法ともほぼ同様に譜めくり負荷を軽減できる事を確認した.

代表端末割り振り方法と結果は表 1 のとおりである.

表 1: 代表端末割り振り方法と結果

比較方法 (軽減率 [%])	前方から比較	後方から比較
小節ごとに比較	[A] (67.3%)	[B] (68.8%)
パートごとに比較	[C] (68.5%)	[D] (68.5%)

3 PEANUTS のマルチエージェントシステム化の検討

現状の PEANUTS は, 楽曲単位でしか演奏者の負荷値を見ていない. 吹奏楽団の演奏会を想定した場合, 複数曲を演奏するのが通常である. 楽曲単位で処理をする, 特定の演奏者に演奏会全体を通じて負荷が集中しやすい. そこで, 演奏者一人一人を一つのエージェントとした, マルチエージェントシステムを考え, 複数曲間での負荷値を考慮した, マルチエージェントシステムによる協調・交渉を用いた代表端末選定機能を検討する必要があると筆者らは考えた. マルチエージェントシステム化をする利点は, 楽曲による演奏者やパート構成の変化に自律的に対応できるところにあると考える.

図 2 のモデルをもとに楽曲エージェント, 演奏者エージェントの設計を行う. 楽曲エージェントは, 楽曲に関する情報をもっており, 演奏者エージェントは, 楽曲に関する情報・譜めくりタイミングなどを楽曲エージェントから受け取り, その情報をもとに演奏者エージェント同士で協調・交渉を行う. 基本的には自らの負荷値が少なくなるように交渉を行が, 演奏者エージェントは楽団全体での負荷値の軽減率も考慮する必要がある.

4 おわりに

本研究では, 演奏者の譜めくり作業に着目し, 電子譜面システム PEANUTS を開発した. また, マルチエージェントシステムを用いた, 譜めくり作業の負荷軽減のための代表端末選定機能について検討を行った.

今後の課題として, モデル定義の見直しを行い, マルチエージェントシステムを用いた代表端末選定機能の作成・評価実験を行う.

参考文献

- [1] piaScore, plusadd, Inc (online), (<http://piascore.com/>) (accessed 2014-04-23).
- [2] 小坂谷壽一, 宮沢美由貴, 木寄増美: 演奏者に優しい『電子譜面』の研究と成果, 情報処理学会音楽情報処理学会研究会研究報告, Vol. MUS-52-17, pp. 119-124 (2003).
- [3] 飯島安恵, 今野将, 藤井良知: 楽団向け電子譜面システムのための演奏者モデルと代表端末選定アルゴリズムの提案と試作, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2014(DICOMO2014), pp. 1712-1719 (2014).
- [4] Yasue Iijima, Susumu Konno, Yositomo Fujii : Design and Production of an Electronic Musical Score System to Reduce the Load of Page Turning for Wind Orchestra, Proc. of IEEE 13th Int' Conf. on Cognitive Informatics & Cognitive Computing (ICCI*CC 2014), pp. 242-246 (2014).