4S-10

情報伝達を目的とした非言語音生成支援システム

野中 貴俊 † 中山 健 †† 小林 良岳 † 前川 守 †

1 はじめに

システムの警告音，電子機器や家電製品の操作音など，情報伝達を目的として非言語音は身の回りで多く利用されているが，そのほとんどが条件を満たすかどうかで発音の有無が決まるといった利用法である．しかしこのような使い方ではなく非言語音から情報を得ることはたくさんある．例えば救急車のサイレンの音を聞いたときに「救急車である」,「聞き手に対して近づいてきている，離れていっている」という情報が得られる．よって単に警告音としてではなく，例えばPC, 自動車等の起動時にそのシステムの状態を表現し，非言語音により診断結果を伝えるというように，情報を得たいときに多様な情報を聴覚によって得ることが可能である．そこで本研究では非言語音により情報を人間に伝えること，そしてその音を情報から自動生成することを目的とする．

1.1 非言語音による情報伝達

以下に非言語音による情報伝達の特徴をあげる，繰り返し聞くことにより音楽などを記憶することができる．その記憶した音は普段意識に残らなくても変化のあったときに意識に残ることから記憶性に優れる，音楽のような一連の同時的な聴覚シーケンスを理解したり，分離することが可能であることから識別性に優れる，聴覚からの割り込みを無視するのは困難であることから警告性に優れる．音は時間的に再生されるため，メリットは部分的な提示による認知が可能，分離が可能であるので時間的に重なってもよいことであり，デメリットは時間がかかる，聞き逃すことがあることである．聴覚により伝達される情報量は視覚による情報伝達と比べて少なく，定量的情報を表現するのは困難であるが，注視する必要がなく，互いの利点を生かしたマルチモーダルな情報提示も可能となる．

1.2 問題点

本研究では以下の 2 点を従来の問題点とする．

音への単純な割り当てである 従来の情報の聴覚化は，主に情報を割り当てる要素として，音程，時間タイミング，音量に対して絶対的に割り当てる，といった比較的単純なものであった．しかし人間には音楽を認識することが可能である．音楽は時間や周波数に規則性があるもので，人間には時間間隔や和音といった相対的な差や音の並びといった順序を認識できる高度な能力がある．しかし現在それを利用したツールはなく，情報がほとんど同じなのに聞いた印象が全然違ったりデータが全然違うのに印象が似ているなどといったことが起きてしまうことがある．

個別に設計しなければならない 用途，目的，環境により適切な非言語音生成方法は異なるため，個々の場面に応じて，試行錯誤して個別に設計しなければならない．

1.3 方針

以上の問題点から相対的な音の関係を利用した情報を伝える音の生成方法を簡易に作って試すことができるシステムを作成した．伝える情報は毎回変わるため相対的な音の関係を利用した音を自動生成できる必要があり，そのためのアプローチとして制約充足問題を用いて音と音の関係，つまり変数間の関係を制約により宣言的に記述し，情報を変数に割り当て，制約充足問題を解くことで音の決定，自動生成を行ない情報を伝える．

2 システム

2.1 システムの使用手順

走行中の電車の駅までの距離を表す例でシステムの使用手順を示す．

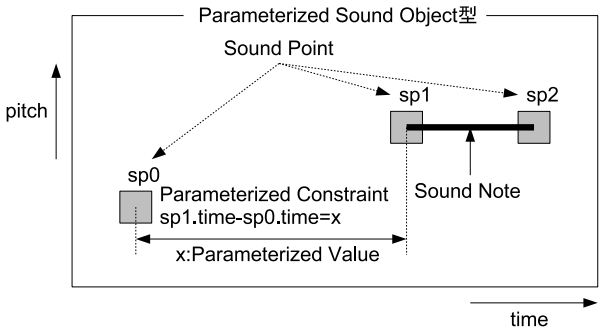

図 1: パラメータ付きサウンドオブジェクト型

手順 1 パラメータ付きサウンドオブジェクト (Parameterized Sound Object) 型の作成
パラメータ付きサウンドオブジェクトは 1 つのデータオブジェクト (例 駅) と 1 対 1 の関係にある．データオブジェクトは値を持つ (例 次の駅までの距離，快速が停車するかどうか，ホームの数)．データオブジェクトをパラメータ付きサウンドオブジェクト型に対応付けることにより音の概要が決まる．パラメータ付きサウンドオブジェクト型はサウンドポイント, サウンドノート, パラメータ付き制約, パラメータ付き変数で構成される．

手順 1-1 サウンドポイント (Sound Point) の作成
サウンドポイントは名前，制約変数: 時間位置 (time),

Supporting System for Generating Non-speech Sound to Transmit Information

† 電気通信大学 大学院情報システム学研究科
Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications
1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo, 182, Japan
†† 電気通信大学 e ラーニング推進センター
Center for Developing e-Learning, University of Electro-Communications
1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo, 182, Japan

音程 (pitch)，音量 (volume) からなる．時間軸に対して長さを持っていないので音としては再生されない．

手順 1-2　サウンドノート (Sound Note) の作成
サウンドノートは音として再生されるためには時間軸に対して長さを持ったものでなければならないので，サウンドポイントを 2 つを選択して結び，サウンドノートを作成する．ここで以下の 2 つのサウンドポイント間の制約が追加される．
2 つのサウンドポイントの音程が等しい．

$$sp1.pitch = sp2.pitch$$

音を止めるサウンドポイントの時間は音を鳴らすサウンドポイントの時間より遅い．

$$sp2.time > sp1.time$$

手順 1-3　パラメータ付き制約 (Parameterized Constraint) の作成
例えばボタンを押したときに現在地と駅の距離に応じて，遠いほど遅く発音する場合，基準とする場所にサウンドポイントを作成し，次にそのサウンドポイントとサウンドノートの先頭のサウンドポイントを選択し，指定したサウンドポイント間の制約を作成する．

$$sp1.time - sp0.time = x$$

ここで作成される制約変数 x をパラメータ付き変数 (Parameterized Value) と呼ぶ，この変数は実際にデータオブジェクトの値（ここでは次の駅までの距離の値）が代入される変数である．またサウンドノート間の制約を作成することにより，例えば快速が停車する駅は明るい響きの和音，通過する駅は暗い響きの和音とすることができる．

手順 2　関係制約 (Related Constraint) の作成
これまでの手順により，データオブジェクトからの音の生成方法が決定した．次の駅，さらに次の駅 ··· といった情報を表現したいときにデータオブジェクトとデータオブジェクトの前後関係から関係制約を作成することにより，複数のデータオブジェクトを表現する．ここでは前方のパラメータ付きサウンドオブジェクト型と後方のパラメータ付きサウンドオブジェクト型のそれぞれのサウンドポイントの間の制約を作成する．

$$ParameterizedSoundObject\ 型.sp0.time = ParameterizedSoundObject\ 型.sp1.time$$

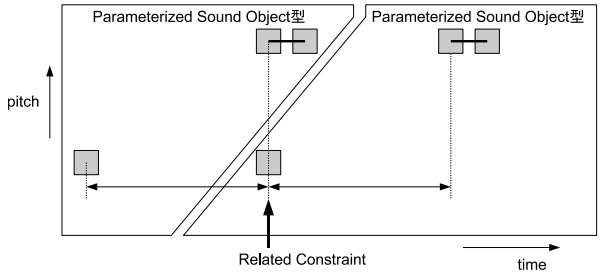

図 2: 関係制約

手順 3　情報の入力
表を入力する．一行をデータオブジェクトとし，データオブジェクトはパラメータ付きサウンドオブジェクトと 1 対 1 の関係にあるので，データオブジェクトに対応するパラメータ付きサウンドオブジェクト型の決定を行ない，データオブジェクトの値を型が保持するパラメータ付き変数に対応させる．

手順 4　非言語音による出力
出力はサウンドノートを読み込み，サウンドノートの前方のサウンドポイントを MIDI イベント Note On，サウンドノートの後方のサウンドポイントを MIDI イベント Note Off とし，それぞれ解決した変数: 時間位置，音程，音量の値をその MIDI イベントの値に代入し，MIDI イベントを実行，MIDI 音源へ MIDI メッセージの送信を行なう．

以上の操作により生成された音を聞くことにより，目的の駅が何番目にあるか，どのくらいの距離にあるかなどといった情報を得ることができる．

3　実装

制約充足系は Cassowary[1] を用いて実装した．視覚的な操作を行なうためユーザインターフェースを実装した．このユーザインターフェースにおいて音程をサウンドポイントの Y 座標，時間をサウンドポイントの X 座標，音量を正方形で表されるサウンドポイントの正方形の 1 辺の長さ，サウンドポイントの重みを正方形を塗りつぶす色の濃度で表した．さらにサウンドポイントの選択状態を保持することでサウンドノートの作成，パラメータ付き制約の作成，関係制約の作成を容易に行なえる，これにより音楽製作ソフトを操作するような直感的なシステムの操作を可能とした．

4　まとめ

音で情報を人間に伝えるために，相対的な音の関係を利用した情報を伝える音を簡易に作って試すことができるシステムを作成した．多様な情報を聴覚によって伝えることが可能であるので，今後ユビキタス社会での状況に応じた人間への情報伝達に対しても有効であると考えられる．

参考文献

[1] Greg J. Badros, Alan Borning, and Peter J. Stuckey. The cassowary linear arithmetic constraint solving algorithm. *Computer-Human Interaction*, Vol. 8, No. 4, pp. 267–306, 2001.

[2] Pul Vickers and James L. Alty. Siren songs and swan songs debugging with music. *COMMUNICATION OF THE ACM*, Vol. 46, No. 7, pp. 87–98, 2003.