

applications form the vertices of the polyhedron, and can communicate with each other across the edges, under user control; mixing, editing, synthesis, and analysis can be done concurrently in full view of the user ([5], [6]).

9 Concluding Remarks

1. Certain classes of sampled sounds are directly, immediately, and readily usable for the purposes of composition, e.g., point- (impulse-) excited sounds such as plucked string (pizzicato), drum, and piano (to some extent). Other sounds are useful for special occurrences but not for smooth melodic definition.
2. In order to widen the applicability of sampled sounds, the research community needs to direct its efforts to finding solutions to make the non-impulse-excited sounds readily usable for forming musical constructs. A synthesis model is not as useful if its demonstrable application is limited to plucked or percussive sounds. Likewise, a synthesis model which can take two sampled sounds and join them in a variety of expressive two-note phrases is more useful than a model which merely duplicates an existing sampled sound.
3. We must recognize that making a lyrical melody via digital means entails more than just cross-fading two sounds. It is essential to accept that in most cases, creating transitions requires knowledge, either in the form of data from the signal, or in equivalent algorithms to generate the data.
4. There is more than one possible transition between two tones, whether the timbres are the same or different. That is, a multiplicity of possible trajectories exists. These constitute a repertoire of articulations. The ability to display them digitally is a demonstrates the expressivity of a given composition/performance environment.
5. To choose a suitable transition trajectory (in order to maximize some local coherence criterion in composition), one needs suitable analytical tools. This is important in both a composition as well as a performance environment. The relevant tools might include some to decide which transition trajectory is being executed by the performer and provide the responding algorithm the best or most accurate information (regarding what actually happened) and allow it to make the best choice under a given composition strategy. They might also include some to analyze the pitch trajectory so as to perform a retrograde, transposition, inversion, etc., in a musically responsive way.
6. One synthesis candidate that is naturally suited for joining (or connecting) sampled sounds into articulated melodic constructs is kinematic synthesis, where the basic unit of the method is the triple: the amplitude envelope (possibly expressed as upper and lower sub-envelopes), the pitch trajectory or equivalent, and the trajectory of critical frames (which are periods in a steady state, and something more general in transient regions).

References

- [1] Strawn, J. (1985) *Modeling Musical Transitions* (Ph.D. Thesis), Technical Report STAN-M-26.
- [2] Lo, Y. (1986) "A Technique for Timbre Interpolation" *Proceedings of the ICMC* 241-248.
- [3] Lo, Y. (1987) *Toward a Theory of Timbre* (Ph.D. Thesis), Technical Report STAN-M-42.
- [4] Hitt, D. & Lo, Y. (1990) "L: A Language for Composition", *Proceedings of the ICMC* 237-240.
- [5] Hitt, D & Lo, Y. (1992) "An Alternative Digital Environment for Music Synthesis" *Proceedings of the Delphi Computer Music Conference/Festival* [not paginated].
- [6] Lo, Y. & Hitt, D. (1992) "Uniform Treatment of Sounds and their Syntheses on Digital Computers" *1992 International Workshop on Models and Representations of Musical Signals, Capri, Italy* [not paginated].

Um Ambiente de Auxílio a Composição Musical

ALEXANDRE JONATAN BERTOLI MARTINS
 ANDRÉ LUIZ COSTA BALLISTA
Instituto de Informática - CPGCC
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Campus do Vale - Bloco IV
Av. Bento Gonçalves, 15064, CEP 91501 - 970
Porto Alegre - Rio Grande do Sul
fone: +55 (051) 336-8399 - Ramal 6161
e-mail: NATAN@INF.UFRGS.BR e BALLISTA@INF.UFRGS.BR

MARCELO SOARES PIMENTA
Departamento de Informática e Estatística
Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário, Trindade, CEP 88049-900
Florianópolis - Santa Catarina
fone: +55(0482) 319739
e-mail: CEC1MSP@BRUFSC.BITNET

Abstract:

Este artigo apresenta um ambiente de auxílio a composição musical desenvolvido em Smalltalk V/286. Ele provê ao compositor meios de criar e manipular objetos sonoros, os quais podem ser testados interativamente através da utilização de sintetizadores acoplados ao ambiente. Para este sistema não há distinção entre uma nota musical e uma melodia completa: ambos são objetos sonoros e são tratados da mesma forma. O sistema foi projetado e implementado de forma orientada a objetos e o ambiente utiliza o mesmo paradigma para sua interação com o usuário.

1. Introdução

As aplicações músico-computacionais têm se destinado a atividades bastante diversas. Aquisição e reprodução de performances, ensino e treinamento prático e teórico da música, geração automática de melodias e auxílio a composição musical são alguns exemplos.

Neste artigo, trataremos especificamente da utilização de computadores na composição musical. Como compor é um processo criativo, é necessário um ambiente que proporcione ao usuário ferramentas que o auxiliem durante todo este processo. Por sua vez, estas ferramentas devem ser projetadas especificamente para o processo de composição, de forma que o compositor não seja obrigado a adotar uma metodologia de criação para que possa utilizar tais ferramentas.

Apresentaremos aqui um ambiente de auxílio a composição musical denominado CAMC [2], que é um ambiente orientado a objetos desenvolvido em Smalltalk V/286 para suportar o processo de composição musical. Ele provê ao compositor meios de criar e manipular trechos musicais, os quais podem ser testados interativamente através da utilização de sintetizadores acoplados ao ambiente. Para este sistema não há distinção entre uma nota musical e uma melodia completa: ambos são objetos sonoros e são manipulados da mesma forma.

Para a representação da música utilizamos o modelo Smallmusic [3], que incorpora conceitos musicais ao ambiente de programação Smalltalk [5]. Todos estes conceitos são automaticamente mapeados para objetos da linguagem Smalltalk que podem ser manipulados e reutilizados na implementação de novas ferramentas computacionais voltadas para a música.

A seção seguinte se concentra na utilização de objetos como forma de representação da música. A seção 3 faz uma breve descrição do modelo Smallmusic. Na seção 4, é apresentado o ambiente CAMC e sua abordagem de composição como prototipação. A seção 5 contém algumas conclusões sobre o trabalho desenvolvido.

2. Representação da Música através de Objetos

Reais ou abstratos, objetos estão presentes em todas as atividades humanas e a música não é exceção. Até os mais simples conceitos musicais podem ser descritos como objetos. Se observarmos atentamente uma partitura musical tradicional poderemos perceber facilmente a existência de inúmeros elementos cujo comportamento é variado porém com uma série de características em comum, como podemos verificar na figura 1.

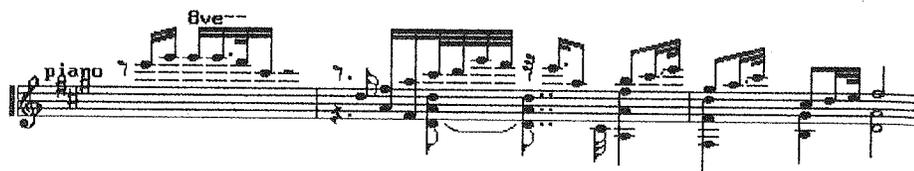


Figura 1

Todos estes objetos se interrelacionam agrupadamente de forma a constituir outros objetos mais complexos tais como melodias e trechos musicais ou até mesmo uma composição completa. A partitura anterior, por exemplo, poderia ser organizada como na figura 2.

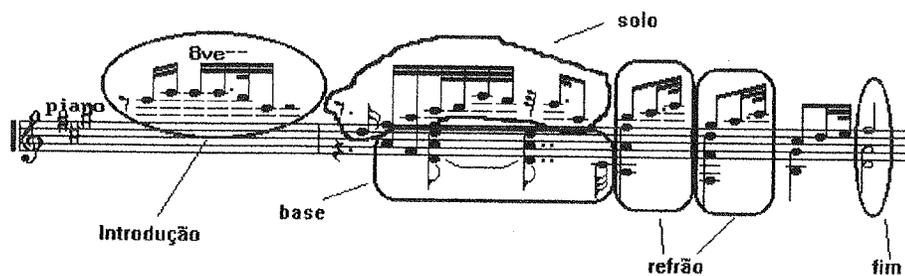


Figura 2

Esta figura apresenta de forma mais clara como está organizada a composição acima. Os objetos mais simples (figuras musicais) estão agrupados constituindo objetos mais complexos. Entretanto, embora de diferentes complexidades, todos estes objetos apresentam um comportamento similar e podem ser utilizados da mesma forma (uniformidade). Podemos verificar no exemplo dado que, do mesmo modo que figuras musicais tradicionais como as colcheias aparecem diversas vezes ao longo dos trechos, o objeto refrão aparece duas vezes na música (um tom abaixo na segunda vez).

Esta forma de representação facilita o processo de criação, pois o compositor é capaz de conceber a estrutura básica de uma música simplesmente compondo os objetos do sistema, mesmo que internamente estes objetos ainda não estejam completamente definidos ou adaptados para a composição

em questão. No pentagrama tradicional, podemos imaginar a mesma música descrita por objetos como na figura 3.

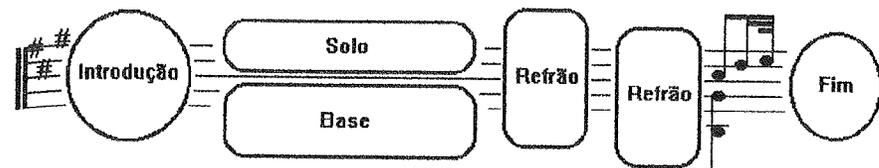


Figura 3

É importante ressaltar que uma música definida desta forma, mesmo que incompleta, poderá ser reutilizada na composição de novas músicas pois, na visão orientada a objetos, ela é um objeto como qualquer outro.

3. O modelo Smallmusic

O modelo Smallmusic é um modelo orientado a objetos para a representação da música. Objetos são estruturas de dados auto-descritivas cujo comportamento está definido em subrotinas (métodos) auto-contidas [5]. Como nosso objetivo está centrado em definir e interagir com conceitos musicais e sons, vamos tratar de objetos específicos para esta tarefa denominados *sound objects*.

Um *sound object* tem três características principais: *nome*, que identifica o objeto; *icone*, a representação gráfica do objeto e *parâmetros*, que descrevem o som ou evento produzido pelo objeto. Estes objetos estão organizados em uma hierarquia de classes como na figura 4.

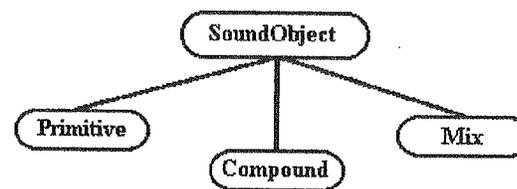


Figura 4

A classe *SoundObject* é a superclasse, e define o comportamento e as características básicas de todas as *sound objects*. Nesta classe estão definidos os parâmetros que são herdados por todas as suas subclasses.

A classe *Primitive* generaliza as classes primitivas do Smallmusic. Estas classes modelam os conceitos musicais mais simples e estão diretamente relacionadas com o protocolo MIDI [4], ou seja, para cada subclasse definida existe uma mensagem MIDI correspondente (*note On*, *note Off*, etc.). Estas primitivas são as únicas classes capazes de produzir sons ou eventos diretamente. Se desejarmos, por exemplo, enviar uma mensagem *Note On* para o sintetizador basta criarmos um instância da classe *NoteOn*, configurar seus parâmetros e executá-la, da seguinte forma:

```
| nOn |
```

```
nOn := NoteOn new.
nOn
  tick: 20.
  midiChannel: 10;
  key: 64;
  velocity: 100.
nOn perform.
```

Especializando a classe *Compound*, é possível incorporar novas classes a hierarquia do *Smallmusic*. Estas classes são ditas compostas, já que a sua estrutura é definida através da composição de conceitos musicais modelados em outras classes primitivas ou compostas. Os objetos que formam uma classe composta são chamados componentes. Por exemplo, dois componentes serão necessários na definição da classe *Nota*: um da classe *NoteOn* e outro da classe *NoteOff*. Já um acorde (tríade), pode ser definido como uma classe composta que possui três componentes da classe *Nota*.

Uma música (ou trecho) pode ser vista como uma seqüência de *sound objects* interrelacionados. A classe *Mix* (mistura) representa este conceito. Uma mistura é o agrupamento de instâncias que pode ser efetuada de forma seqüencial ou paralela. Estes dois tipos de mistura estão relacionados diretamente com a disposição das instâncias ao longo do tempo. Por exemplo, para criarmos um *Mix* de uma escala cromática podemos efetuar uma mistura seqüencial, como abaixo:

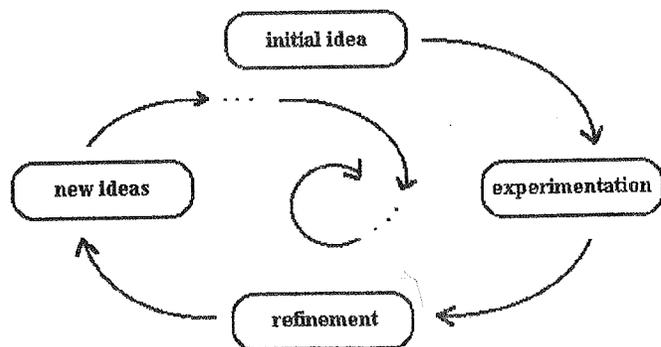
```
| escala |
```

```
escala := Mix new.
1 to: 12 do: [ :p | escala := escala,(Nota new pitch: p). ]
```

4. O Ambiente CAMC

O ambiente CAMC foi projetado para auxiliar o compositor durante o processo de criação musical. Este processo não pode ser definido formalmente e tampouco delimitado por uma seqüência de passos enumeráveis. Além disso, diferentes pessoas podem ter motivações distintas para compor uma música e, como consequência, processos próprios de criação serão utilizados. Entretanto, processos de criação serão utilizados.

Desta forma, é possível considerar o processo de criação musical como uma atividade de prototipação (figura 5). A representação da música através de objetos apresentada na seção 2 está de acordo com esta idéia, pois neste enfoque a música pode ser descrita por uma seqüência de objetos já concluídos, como na figura 1, ou que serão refinados, como na figura 3.



Para permitir a aplicação dos conceitos relacionados a prototipação no processo de composição (figura 5), o ambiente CAMC dispõe de duas ferramentas: o Desktop (figura 6) e o Estúdio de Som (figura 7).

A principal característica do Desktop é suportar um modo experimental de trabalho, permitindo ao compositor avaliar rapidamente o resultado de suas experiências. Por sua vez, o Estúdio de Som é dedicado à atividade de performance, possibilitando a gravação e reprodução de objetos musicais. Estas duas ferramentas são complementares e manipulam os objetos existentes no ambiente de maneira integrada.

O ambiente foi desenvolvido na linguagem Smalltalk V/286 e utiliza o padrão MIDI para a comunicação com os instrumentos musicais. O controle de mensagens MIDI ocorre em tempo real, através de processos ativados por interrupção, o que confere maior flexibilidade na interação do usuário com o ambiente.

5. Conclusões

Neste artigo apresentamos um ambiente de auxílio à composição musical, no qual foi utilizado um modelo orientado a objetos com o objetivo de suportar a idéia de composição como prototipação.

Existem outros tipos de ambientes para apoio à composição musical que se baseiam na notação tradicional. Concordamos que a notação musical tradicional seja necessária para o registro de melodias devidamente concluídas, já que é uma linguagem mundialmente consagrada. Entretanto, a sua representação rígida¹ (notas, tempos e compassos) não nos parece ideal para a atividade de criação musical. Por este motivo, pretendemos incorporar ao ambiente uma nova ferramenta que permita ao usuário editar os objetos numa espécie de pentagrama. Neste caso, as figuras musicais corresponderiam às classes compostas definidas no modelo.

Iremos continuar evoluindo a modelagem aqui apresentada. Estamos investigando a utilização do modelo delegativo de protótipos [1] na implementação dos objetos, com o objetivo de ampliar a uniformidade do modelo e a interatividade do ambiente.

6. Referências

- [1] Ballista, A.L.C. (1993). Protótipos e Delegação - Uma Experiência de Desenvolvimento. *Relatório Técnico. Núcleo de Computação Sônica. Universidade Federal de Santa Catarina.*
- [2] Martins, A.J.B & Ballista, A.L.C. (1992). CAMC - Composição Musical Auxiliada por Computador. *Relatório Técnico. Departamento de Informática e Estatística. Universidade Federal de Santa Catarina.*
- [3] Martins, A.J.B & Pimenta, M.S. (1993). Smallmusic - Uma conversa musical em Smalltalk. *Anais da XIX Conferência Latino-Americana de Informática.* Volume 1. pp 593-610
- [4] Furia, S. & Scacciaferro, J. (1990). *The MIDI Programmer's Handbook.* M&T Books.
- [5] Goldberg, A. & Robson, D. (1983). *Smalltalk-80: The Language and its Implementation.* Addison-Wesley, 1983.

¹Se desejarmos representar uma nota com duração de 4 semínimas (semibreve) em um compasso 2 por 4, serão necessárias duas mínimas em compassos sucessivos unidas por uma ligadura. Desta forma, o objeto que queríamos representar foi modificado para respeitar o tempo do compasso. Da mesma maneira, existem algumas situações difíceis de serem representadas pela notação tradicional.

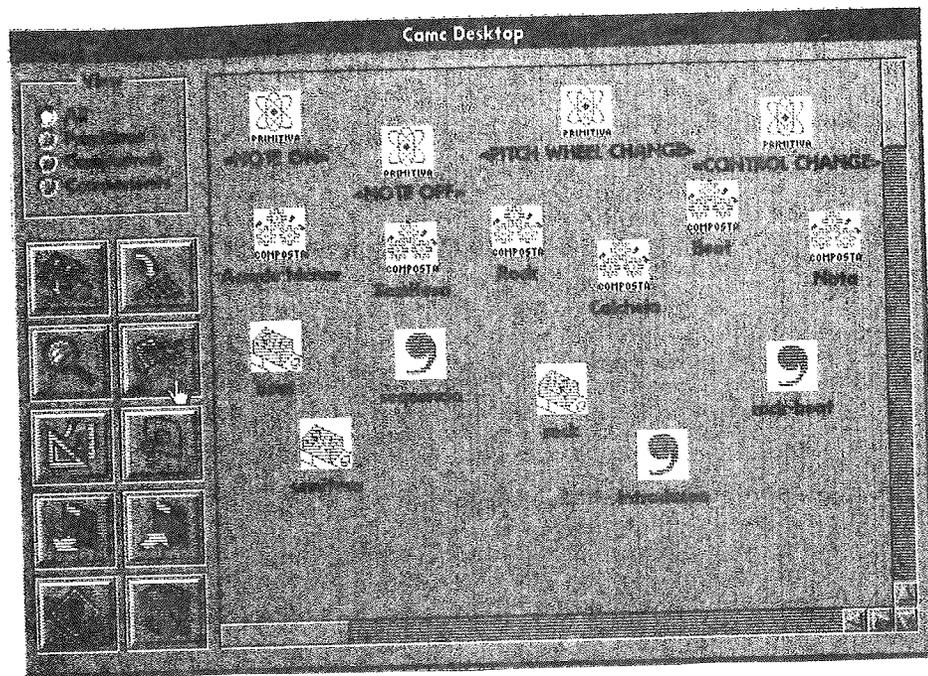


Figura 6 - Desktop

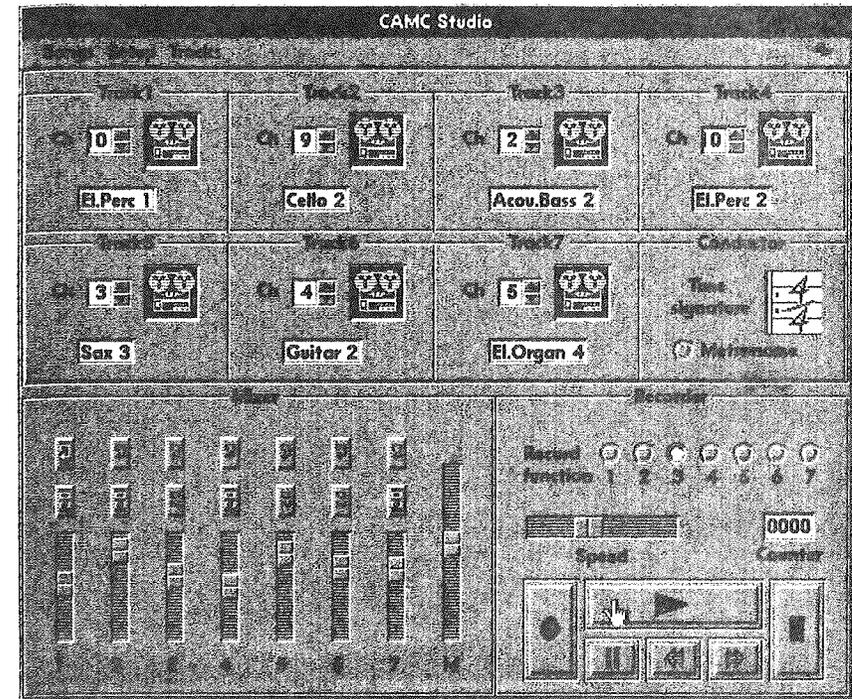


Figura 7 - Estudio de Som