

一、添加 MIDI 支持

主程序添加 MIDI 支持。在开始生成前（最后一个问题），询问用户是否希望同时导出 MIDI 文件：

```
>> Would you like to also export the result as a MIDI (.mid) file (Y/N) ? Y
>> Please assign a name for the MIDI file (without the extension): test
```

（文件扩展名为 .mid。为简便，用户不需输入扩展名。）

```
>> You have chosen singal mode - interlace initial chord for each results (Y/N) ? Y*
```

* 在单个生成模式中需询问用户是否需要交联起始和弦为参照，即：如果用 a 表示前和弦，b_n 表示后和弦的各种可能性，选择 N 直接输出和弦 a b_1 b_2 ... b_n；选择 Y，则输出 a b_1 a b_2 ... a b_n，以配合“单个生成模式”的意义（是起始和弦与后和弦的各种可能性的列举）。

```
>> Please wait for the application to export the result to [test.mid] ...
```

连续生成模式：输出即为所求的和弦进行；单个生成模式：按顺序输出经过排序的和弦。即与文字版输出同。

每个和弦输出为“柱状织体”，速度为 60 BPM，每个和弦均等时值为 1 个四分音符，力度均为 80 即可。

MIDI 文件输出标准：

输出的文件需符合 MIDI 格式标准，可用支持软件（如 Overture、Sibelius、Cubase 等）打开。

关于 MIDI 文件的输出格式需查找资料；网上似有 MIDI 格式支持的 C++ 扩展库，需查找。

二、功能增加 Feature requests

#1) 在测试过程中，发现对和弦的筛选条件不足导致生成结果过多，如对一个简单的大小七和弦生成时，竟然产生了高达十万数量级的结果。为了解决这一问题，主程序输入需要增加条件进一步约束所生成的和弦。具体如下：

省略音原已实现的默认规则：根音始终不能省略；三音和弦原则上不能省略音，四音和弦可以省略 5 度音，五音以上和弦可以省略 3 度和 5 度音。

现改进增加 5 个条件，如下：

- 自定义省略音

>> Keep default settings for note omission (Y/N) ? N (选 Y 则保持默认规则)

>> For n-note chords, please identify omission with lists below :

(根据用户输入的 N 范围, 询问用户每种 N 情况对应的具体的省略音设置。)

>> Info: available numbers for the list are:

1(root), 3(3rd), 5(5th), 7(7th), 9(9th), 11(11th), 13(13th).

(2, 4, 6, 8, 10 are equalivant respectively to 9, 11, 13, 1, 3.)

示例输入: 3 <= N <= 5 (如果把默认省略音规则用这种方式写, 则为):

>> For 3-note chords, please identify omission with a list (ENTER for pass) :

>> For 4-note chords, please identify omission with a list (ENTER for pass) : 5

>> For 5-note chords, please identify omission with a list(ENTER for pass) : 3 5

- 最高、最低音

- 音程间距, 即和弦中的音高之差的取值范围

- 厚度 H 的取值范围 (厚度 H 的定义适用八度衰减, 以 d_all 隔开 n 个八度衰减为 1/n)

- 转位 (用 Hindemith 法判断根音 R 后指定以某些音为低音。由于不能保证和弦都是三度叠置, 需要用到广义的三音五音等, 在 3 5 等数字上可加入升降号指定: #3 b5, #2 b10 ... 等。)

#2a) 主程序输入条件增加: 和弦的几何中心 (G) 与和弦的根音 (R)。根音 R 即适用以上定义; 和弦的几何中心 G 定义为和弦所有 MIDI 键位号的算术平均值。

#2b) 主程序输入条件增加: 音级进行的总大小 (Total voice leading), sv (sum of v) 定义为数组 v 中的所有元素的绝对值的总和: $sv = \sum(\text{abs}(v))$ 。

举例: 和弦进行 [0, 4, 7] -> [0, 3, 8]: $v = [0, -1, 1]$, 因此 $sv = |0| + |-1| + |1| = 2$ 。这一条件可以排除声部跳跃过大导致“不耐听”的和弦进行, 从而大幅减少单个生成时的结果数目使之更确定。

>> Please input the range of total voice leading (sv), press ENTER for no limitation:

(sv 范围的数据类型为整数; 直接回车则对 sv 不作限定, 不进入 sv 算法, 任由声部大幅地跳跃。)

在生成前询问, 两个生成模式均需支持 sv 条件。

在传统的概念中，有“主持持续音”（保持 I 级低音，上方的和弦变动）“属持续音”（保持 V 级低音）等：

而在程序中，持续音数量不限，用户以 MIDI 或音集的列表形式给出（询问用户用哪种方式）。可以规定在和弦最低部分（`in bass == TRUE`），如下乐谱所示，以 MIDI 形式给出：

也可以不规定 (`in bass == FALSE`)，如以下乐谱所示，以音集形式给出*：

```
>> ERROR - results not found under these conditions. Please check your conditions
and try again.
```

#4) 主程序的单个生成模式的排序次序增加到支持所有变量:

```
>> Would you like to customize sorting priority (Y/N) ? Y (N 则保持默认: 'ktc')
>> Please identify sorting priority in a list with in upper/lower case letter.
>> Input contents available are:
    N: numbers of notes in a chord in terms of sets.
    M: numbers of notes in a chord in terms of notes.
    T: tension value of a chord.
    H: thickness of a chord.
    R: Hindmeth root of a chord.
    G: Geometric center of a chord.
    K: chorma value of a progression.
    C: number of common tones in a progression.
    S: sum of voice leading distance in a progression (sv).
    -: sort descending order. (e.g. 'T-' sort tension value with descending order)
(The default is in KTC order. Inputs e.g. 'K-T-C-', 'grmt', 'nmthrg-kcs' etc.)
(用户输入每个字母只能出现一次, 可以是大小写。没有输入到对应字母则不对该参数进行排序。)
```

输出文件的 Sorting priority 一项, 用输入的字符串转成大写字母记录顺序 (如“GRMT”等) 即可。

实现以上功能后, 程序即升级为 v1.5 版本。