

Analisi dell'interpretazione

Un sistema di regole quantitative per l'esecuzione musicale

Giovanni Umberto Battel

(Parte II)

1. Introduzione

Il presente articolo costituisce la naturale continuazione di quanto apparso nello scorso numero della rivista *Diastema* (Battel, 1995a): la descrizione delle nuove metodologie informatiche per l'analisi dell'interpretazione, fornendo un'ampia panoramica sullo stato della ricerca, ha toccato, fra gli altri, ma solo superficialmente, anche il sistema di regole esecutive sviluppato, a partire dal 1983, presso il Dipartimento di Comunicazione Linguistica e di Acustica Musicale dell'Istituto Reale di Tecnologia (KTH) di Stoccolma.

Gli autori hanno prodotto una notevole mole di articoli sull'argomento e tuttora la loro ricerca continua; inoltre altri studiosi in Germania, Inghilterra, Giappone, Italia, si sono occupati recentemente di queste regole producendo a loro volta nuove interessanti applicazioni o ampliamenti del sistema (per una completa rassegna degli studi cfr. Gabrielsson, in corso di stampa; per i lavori italiani cfr.: Bresin, 1993; Battel, Bresin, 1993; Battel, Bresin, De Poli, Vidolin, 1993; Battel, Bresin, De Poli, Vidolin, 1994a,b; Battel, 1995b; Bresin, De Poli, Ghetta, in corso di stampa). Per questo motivo, dopo lo sguardo generale alle diverse ricerche sull'analisi dell'interpretazione, questo saggio descrive dettagliatamente il sistema di regole esecutive che attualmente rappresenta uno dei metodi scientifici più avanzati ed aperti a ulteriori contributi.

Come è già stato ricordato (Battel, 1995a), A. Askenfelt, L. Frydén, J. Sundberg e altri, hanno elaborato, a partire dal 1983, un sistema di regole esecutive per studiare l'interpretazione musicale. La descrizione che seguirà si basa sui diversi articoli in lingua inglese usciti in oltre 10 anni e costituisce una sorta di compendio.

Prima di tutto è necessario sgombrare il campo dalle facili obiezioni al metodo scientifico in sé: le azioni che l'interprete compie e le sue scelte espressive possono essere molteplici, inoltre il prodotto sonoro appare come il risultato di una complessa interazione tra principi diversi e talora contrastanti. La spiegazione del perché in un determinato momento l'esecutore produca un accento, un rallentando e così via, non è immediata; diverse ragioni espressive possono per esempio portare al medesimo effetto acustico, come diversi effetti stru-

mentali sono disponibili per una stessa idea espressiva. In molti casi la migliore o peggiore qualità musicale di un'esecuzione sfugge, nonostante le misurazioni inequivocabili, a una spiegazione scientifica. Tutto ciò sembra confermare la comune opinione di molti musicisti e della maggioranza del pubblico che il dominio dell'arte, identificato nella figura *genio e sregolatezza*, non possa essere oggetto d'indagine scientifica. La prima obiezione a tale idea viene dalla pedagogia strumentale che, nell'aiutare un principiante a diventare un buon esecutore, non si limita a spiegare il significato dei segni di una partitura, ma prescrive una serie di regole, più o meno esplicite, per produrre una buona interpretazione. Infatti, anche se un brano musicale può essere suonato in molti modi, tutti ugualmente apprezzabili, la libertà interpretativa non è illimitata, ci possono essere anche esecuzioni definite inaccettabili. Se questo è vero ne consegue che: 1) c'è un accordo, anche se vago e generico, tra gli ascoltatori nel definire un'esecuzione musicalmente accettabile o meno; 2) ci sono delle regole, per ottenere un'esecuzione plausibile che, se ignorate o violate, portano l'interprete ad essere definito poco musicale.

Queste regole sono l'oggetto di studio dei vari articoli di A. Askenfelt, A. Friberg, L. Fryden, J. Sundberg e altri. Definite *regole di pronuncia* (Sundberg, Askenfelt, Fryden, 1983) esse servono a tradurre la musica scritta in suono, producendo quelle deviazioni espressive, significative per l'ascoltatore, introdotte dal musicista nell'atto di suonare.

Lo scopo della ricerca diventa il descrivere i principi in base ai quali il musicista introduce e distribuisce le numerose maggiori e minori deviazioni espressive, attraverso la manipolazione, a seconda dello strumento utilizzato, delle durate, dell'intensità, dell'intonazione e del vibrato.

2. Metodo

La possibilità di avere un traduttore segno-suono, privo di volontà, come il computer, fornisce agli autori l'ideale mezzo di confronto tra l'espressione artificiale e una disumana inespressione totale.

Lars Fryden, violinista di quartetto e insegnante presso il Conservatorio della Swedish Radio Edsberg (Svezia), ha immaginato di avere come allievo un computer e si è

sforzato di fornire le indicazioni idonee a farlo suonare in modo più umano (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg, 1986). Il contenuto di queste "lezioni di musica" è stato tradotto in regole esecutive. La spiegazione esplicita della competenza musicale di Lars Fryden viene considerata dagli autori (Sundberg, Fryden, Friberg, 1989 e 1991) come un primo obiettivo: non è importante la semplificazione della regola, quanto una formulazione che il musicista trovi appropriata. L'esatta formulazione di ciascuna regola è il risultato di attenti ascolti di esempi musicali in cui una regola è stata applicata isolatamente o assieme ad altre. Il metodo, *analisi attraverso la sintesi*, è per sua natura comparativo, quindi ci si propone di dimostrare a quale grado la presenza di una regola migliori l'esecuzione a confronto con l'esecuzione senza regola.

Le regole sono state anche oggetto di tests in esperimenti formali d'ascolto con musicisti professionisti e studenti di livello avanzato che hanno giudicato la qualità musicale delle esecuzioni artificiali, assegnando delle soglie di udibilità per ciascuna regola e delle quantità preferite di modificazione espressiva. Infine sono stati fatti, in qualche caso, confronti con esecuzioni reali.

3. Strumentazione

Partendo da un programma di conversione testo-linguaggio (Carlson, Granström, 1975), riferendosi ad una ricerca sull'esecuzione vocale (Sundberg, 1978) che utilizzava un sintetizzatore vocale, chiamato MUSSE (Larsson, 1977), controllato dal computer, e utilizzando un programma di notazione musicale (Askenfelt, Elenius, 1977), gli autori hanno realizzato un programma nota-suono per i primi esperimenti (Sundberg, Askenfelt, Fryden, 1983; Sundberg, 1983; Fryden, Sundberg, 1984). La melodia veniva scritta in una notazione tradizionale e costituiva l'informazione *input* visualizzabile sullo schermo del computer; il programma citato permetteva la conversione delle note scritte in suoni vocali dotati delle fondamentali caratteristiche acustiche: altezza, durata e intensità. Queste erano le variabili che le regole potevano modificare. Il sintetizzatore MUSSE poteva generare solo una voce, le caratteristiche del suo suono erano state manipolate al fine di ottenere un timbro simile a uno strumento a fiato con un piccolo vibrato, la frequenza fondamentale, in accordo con il sistema temperato, poteva essere modificata in misure di 7 cents (limite considerato percepibile in soggetti normali). L'intensità era controllata attraverso variazioni nell'ordine di 1/4 di decibel e le durate possedevano unità minime corrispondenti a valori da 8 a 12 millesimi di secondo. In seguito, grazie all'uso dello standard MIDI, l'ambiente di lavoro ha subito alcune significative innovazioni: Anders Friberg (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg, 1986) ha sviluppato un apposito programma, chiamato RULLE e basato su linguaggio di programmazione LISP (per microcomputer Macintosh), in cui ha implementato le regole; il computer, attraverso un'interfaccia MIDI, controlla un sintetizzatore Yamaha. Questo equipaggiamento, a parte gli aggiornamenti del programma

(Friberg, Sundberg, Frydén, 1994) e piccoli cambiamenti circa il modello del computer o del sintetizzatore, è quello utilizzato per la descrizione del sistema di regole (Friberg, 1991). Il timbro prodotto è simile a quello di un oboe, in alcuni casi di un flauto (Sundberg, Fryden, Friberg, 1991); il suono possiede un tempo di attacco di 10 millisecondi e un tempo di decadenza di 60 millisecondi circa; i suoni vengono sovrapposti in modo tale che l'inizio della nuova nota coincida con l'inizio del tempo di decadenza, dando così un effetto di legato. La musica può essere introdotta in tre modi: attraverso una tastiera MIDI, da un file o trasportando i simboli relativi con il mouse; il risultato, che costituisce come nella versione precedente l'*input* per il programma di regole, è una rappresentazione simile alla notazione musicale convenzionale. L'organizzazione interna della musica è in voci, per cui, a differenza della primitiva versione, si possono applicare le regole a una o a più voci, e ogni voce può essere modificata da una o più regole.

4. Caratteristiche generali

Il sistema attualmente comprende oltre una ventina di regole. Dalle prime formulazioni, nel 1982, il numero di regole è andato ampliandosi e alcune di esse sono state modificate. La classificazione può seguire criteri diversi: il tipo di parametri investiti, come ad esempio la durata o l'intensità; il tipo di modifiche apportate; il tipo di note investite; il contesto; lo scopo; la funzione musicale ipotizzata e così via. In una presentazione del 1987 (Sundberg, Fryden, Friberg), in cui le regole erano 14, l'elenco non seguiva particolari criteri e lasciava al lettore libertà di classificazione. A partire da un articolo del 1989 (Sundberg, Fryden, Friberg), gli autori forniscono un criterio di presentazione, attribuendo a ciascuna regola una sigla che dipende dalla funzione delle regole nella comunicazione musicale: in questo modo viene sottolineato l'assunto principale del metodo dell'analisi attraverso la sintesi che richiede sempre una convalida delle ipotesi per mezzo del giudizio degli ascoltatori.

Gli scopi principali sono due: 1) *differenziazione*, da cui discendono le regole che permettono all'ascoltatore di percepire la differenza tra i suoni, identificando categorie di durata e di altezza, chiamate pertanto *regole di differenziazione*; 2) *raggruppamento*, da cui discendono le regole che aiutano a raggruppare i suoni, in modo da formare unità più ampie quali motivi, semifrasi e frasi, chiamate di conseguenza *regole di raggruppamento*. Naturalmente alcune regole servono a più di uno scopo, per cui questi confini tra categorie non sempre sono chiari. Inoltre vi sono altre due categorie non in relazione con la funzione di comunicazione musicale: a) regole per la musica d'insieme, aggiunte nel 1988, grazie alla possibilità di usare brani polifonici; b) regole tecniche del programma che provvedono a normalizzare gli effetti nei casi estremi, per esempio prevenendo una saturazione del livello sonoro del sintetizzatore dovuta ad un crescendo troppo esteso.

Riassumendo, il sistema può essere diviso in quattro grandi gruppi in cui i primi due contengono a loro volta

due categorie. Ogni categoria ha la propria sigla. Queste sigle, seguite da numeri e lettere, permettono una rapida identificazione della regola e della funzione principale attribuitale.

1) REGOLE DI DIFFERENZIAZIONE

DIFFERENZIAZIONE NELLE CATEGORIE DI DURATA - **DDC**
(*Differentiation of Duration Categories*)

- DDC1 Contrasto di durata (*Durational contrast*)
- DDC2A Accenti (*Accents*)
- DDC2B Doppia durata (*Double duration*)

DIFFERENZIAZIONE NELLE CATEGORIE DI ALTEZZA - **DPC**
(*Differentiation of Pitch Categories*)

- DPC1A Innalzamento delle note più acute (*High sharp*)
- DPC1B Aumento dell'intensità nelle note più acute (*High loud*)
- DPC2A Carico melodico (*Melodic charge*)
- DPC2B Intonazione melodica (*Melodic Intonation*)

2) REGOLE DI RAGGRUPPAMENTO

MICROLIVELLO - **GMI** (*Grouping Microlevel*)

- GMI1A Articolazione nel salto (*Leap articulation*)
- GMI1B Durata delle note che formano un salto (*Leap tone duration*)
- GMI1C Aumento della velocità in movimenti ascendenti (*Faster uphill*)
- GMI2 Attenuazione della differenza di intensità (*Amplitude smoothing*)
- GMI3 Ineguali (*Inegalles*)
- GMI4 Articolazione nelle ripetizioni (*Repetition articulation*)

MACROLIVELLO - **GMA** (*Grouping MACrolevel*)

- GMA1 Fraseggio (*Phrase*)
- GMA2A Carico armonico (*Harmonic charge*)
- GMA2B Carico cromatico (*Chromatic charge*)
- GMA3 Ritardando finale (*Final ritard*)

3) REGOLE D'INSIEME - ENS (*Ensemble*)

- ENS1 Intonazione per la musica d'insieme (*Mixed intonation*)
- ENS2 Sincronizzazione delle voci (*Melody synchronization*)
- ENS3 Sincronizzazione alla battuta (*Bar synchronization*)

4) REGOLE TECNICHE - TEC (*Technicalities*)

- TEC1 Durata delle note troppo brevi (*Social duration*)
- TEC2 Normalizzazione dell'intensità (*Amplitude normalization*)
- TEC3 Normalizzazione delle durate (*Duration normalization*)

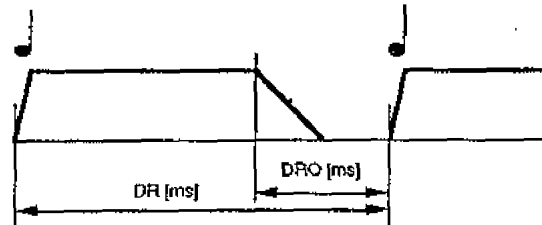
I parametri investiti dalle regole sono i seguenti:

- 1) **DR** durata totale della nota espressa in millisecondi (o in percentuale)
- 2) **L** livello dell'intensità espresso in decibel
- 3) **F** frequenza (intesa come fine intonazione) espressa in cents
- 4) **VA** ampiezza del vibrato espressa in percentuale
- 5) **VF** frequenza del vibrato espressa in Hz
- 6) articolazione tra le note.

Quest'ultimo parametro viene trattato in due diversi modi: a) inizialmente (Sundberg, Fryden, Friberg, 1989) era possibile creare delle micropause tra le note modifi-

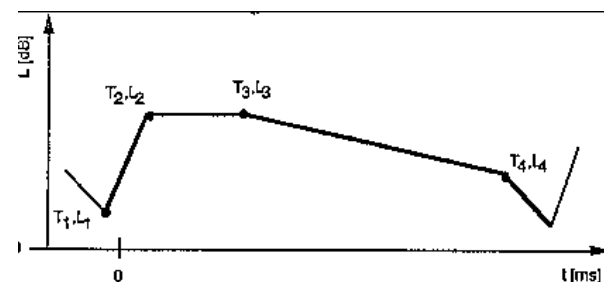
cando solo la durata del silenzio, cioè la pausa tra due note definita **DRO** (*off-time duration*); in sostanza creando un maggiore o minore effetto di staccato, come illustrato dal seguente schema.

Es. 1



b) Un secondo modello di articolazione, presentato successivamente (Friberg, 1991), prevede quattro punti di diversa intensità all'interno di una nota; esso si presenta come un modello più completo poiché dà al suono artificiale una forma più simile a quella prodotta da uno strumento reale (archi e fiati), come si può vedere dal seguente schema (**T** sta per intervallo di tempo e **L** per livello dell'intensità).

Es. 2



Qualora si operi con un suono sintetizzato che riproduce un pianoforte, naturalmente può essere utilizzato solo il primo modello. Un'ultima importante considerazione va fatta su quello che viene chiamato *inviluppo* di una nota, cioè la sua forma interna: il suono ipotizzato dagli autori in questi esperimenti ha un'intensità e un vibrato costante, ma modificabile, che imita comunque uno strumento (ad arco o a fiato) che può intervenire sull'intensità e sul vibrato della nota dopo l'attacco. Nel caso si desideri utilizzare il sistema di regole con uno strumento, come il pianoforte, in cui non si può agire sul suono dopo l'attacco, sarà necessario apportare le opportune modifiche all'intero sistema.

Il simbolo usato per indicare una variazione è la lettera delta posta davanti al parametro.

Le regole possiedono due importanti aspetti riguardo la loro funzione: 1) le note su cui agiscono, attuando le modifiche; 2) la quantità di modifica indotta dalla regola, che può essere modificata per mezzo del fattore di moltiplicazione **K**, questo però rimane comunque fisso al valore prestabilito per tutta la durata del pezzo.

Le regole sono ordinate, nel senso che la sequenza di note viene processata in ordine cronologico da ciascuna regola, a seconda di come appaiono nel programma, solo quelle riguardanti la musica d'insieme operano per ultime. Esse sono inoltre additive, nel senso che gli effetti di ognuna, sulla nota interessata, vengono puramente sommati; in questo modo, quando si usano molte regole, può bastare una quantità più bassa di modifica di quan-

do si usa una sola regola.

Influiscono sulla durata allungando o accorciando il valore delle note, a questo proposito nessuna compensazione viene fatta per regolarizzare il metro; però il programma include una funzione che assicura che la media delle durate e delle intensità dell'intero brano sia riportata al medesimo valore che aveva prima dell'intervento delle regole. In questo modo si evita per esempio che il brano processato dalle regole abbia una durata inferiore o superiore a quella prevista nel momento dell'immissione della partitura.

Per il funzionamento di alcune regole, è necessario introdurre, oltre a valori e altezze, anche altre indicazioni quali il tempo, i confini di frase, gli accordi, ecc., come vedremo nella descrizione delle singole regole.

Prima di passare alla descrizione particolareggiata dell'intero sistema ricordo che ogni regola, essendo utilizzata dal computer, nella sua sostanza si presenta come una formula matematica. Per la conoscenza di tutte le formule rimando agli articoli citati, in particolare descrizione formale del 1991 (Friberg); nel presente lavoro tralascio le formule matematiche cercando di descrivere principalmente i presupposti musicali e gli effetti delle singole regole, osservandone anche gli eventuali cambiamenti attraverso le varie stesure dal 1983 in poi.

A questa parte teorica seguirà la presentazione di alcuni test e confronti, effettuati lungo questi anni, che hanno permesso la convalida di molte ipotesi, l'aggiustamento di qualche regola e l'ampliamento del sistema. Seguendo lo schema sopra presentato, che raccoglie le regole in quattro gruppi principali e due sottogruppi, presento ora il quadro generale.

5. Caratteristiche particolari

5.1 REGOLE DI DIFFERENZIAZIONE

Si ipotizza che queste regole vengano utilizzate dall'interprete per enfatizzare differenze che sono già presenti nella struttura musicale, aiutando così l'ascoltatore a decodificare meglio il messaggio. Bisogna osservare che si tratta di regole che trovano forti parallelismi con altre forme di comunicazione, come il sistema visivo e la comunicazione verbale; si tratta in pratica di regole che si riferiscono a principi costitutivi del sistema percettivo. In architettura per esempio il colore delle finestre, uguale fra loro e diverso dal muro, ha anche la funzione di separare e connettere elementi strutturali; nel linguaggio le vocali più corte sono anche diverse nelle frequenze; la stessa accentuazione delle differenze tra maschio e femmina, nell'uomo e nel mondo animale, ha funzioni comunicative; insomma la differenziazione in categorie è un importante mezzo di comunicazione. La differenziazione, avendo una tale natura, è probabile che sia tra i mezzi espressivi usati dall'interprete in maniera inconsapevole, o comunque poco controllata, se confrontata con altri espedienti esecutivi più direttamente collegati alla struttura del pezzo e alla conoscenza musicale. Nel sistema, le regole di differenziazione, vengono suddivise in due sotto gruppi, a seconda che le modifiche intervengano in riferimento a categorie di

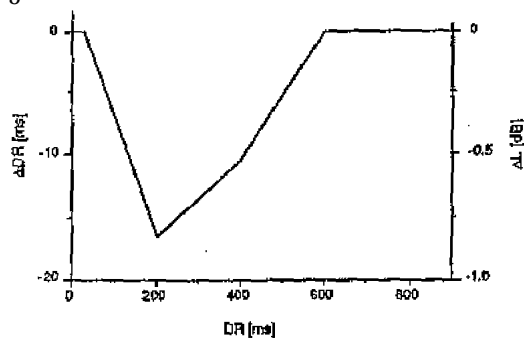
durata o di altezza: le note considerate dalle regole possono apparire nella partitura con diversità nei valori, per esempio note brevi e note lunghe, o differenziate sulla base della loro altezza, per esempio note acute e note gravi. Questo non significa che la regola debba poi modificare solo un parametro, infatti per esempio una regola di differenziazione nelle categorie di durata può modificare il tempo, l'intensità e tutti gli altri parametri.

DIFFERENZIAZIONE NELLE CATEGORIE DI DURATA

• DDC1 Contrasto di durata (*Durational contrast*)

Lo scopo di questa regola è di accentuare i contrasti tra le note di diversa durata accorciando quelle più brevi e abbassandone l'intensità. Negli articoli si parla anche di un corrispondente allungamento delle note più lunghe, ma in realtà tale effetto non esiste né nel grafico né nelle formule. Nei primi articoli vi erano due diverse regole: una per il parametro delle durate (*The shorter, the shorter*) e una per quello dell'intensità (*The shorter, the softer*), chiamate rispettivamente DDC1A e DDC1B; in seguito sono state fuse in un'unica regola. Anche i grafici appaiono diversi confrontando la versione del 1989 (Sundberg e altri) e quella del 1991 (Friberg). Nella versione definitiva la regola incide su note che hanno un valore compreso tra 30 e 600 ms.; per dirla in termini più musicali significa che, dato un valore $MM\ 1/4 = 100$, incide su note del valore compreso tra $1/64$ e un $1/4$ circa. Come si può notare dal grafico in figura, le note che sono maggiormente interessate sono quelle con un valore intermedio fra questi due estremi.

Es. 3



Per esempio in un Allegro in 3/4 in cui ci sia l'indicazione $\text{♩} = 144$ verrebbero leggermente accorciate e smorzate nel suono le note da $1/4$ (circa 400 ms.) e quelle da $1/8$ (circa 200 ms.), come dimostra il seguente esempio tratto dal tema del primo tempo della Sonata in Fa maggiore K 332 di Mozart.





Es. 4



L'effetto che produce tale regola è la de-enfaticizzazione di una sequenza di note più brevi, facendole sentire come un prefisso della nota lunga che le segue. Inoltre, senza l'intervento di questa regola sull'intensità, le sequenze di note brevi, eseguite alla stessa intensità di quelle più lunghe, producono un fastidioso effetto meccanico per cui gli autori l'hanno chiamata *anti-machine-gun rule*.

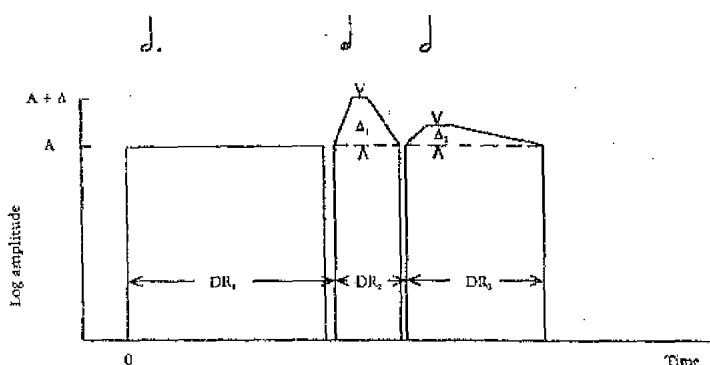
• **DDC2A Accenti** (*Accents*)

Lo scopo della regola è di incrementare improvvisamente, con l'effetto di un accento, l'intensità di quelle note che si trovano in una situazione di diversità di durate in rapporto alle note adiacenti, precedenti o seguenti. I casi in cui la regola agisce sono 4:

- a) una nota preceduta e seguita da note di maggiore durata, ad esempio 
- b) la prima nota di una serie di note brevi precedute e seguite da note più lunghe, 
- c) la prima nota lunga che segue il caso a, 
- d) la prima nota lunga che segue il caso b, 

Nella primitiva formulazione (Sundberg, 1983) l'intensità dell'accento è inversamente proporzionale alla durata delle note, per cui graficamente il caso c può essere rappresentato nel seguente modo.






Es. 5



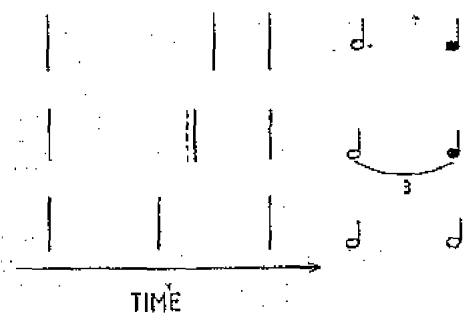
In una versione più recente (Sundberg, Friberg, Frydén, 1987) questa regola viene ridefinita per quanto riguarda l'inviluppamento, realizzando una forma interna dell'intensità a 4 livelli.

Dal punto di vista musicale, la regola produce una sottolineatura nei cambiamenti di durata, ma anche l'effetto, nel caso d, di raccogliere insieme le note tra un accento e l'altro.

• **DDC2B Doppia durata** (*Double duration*)

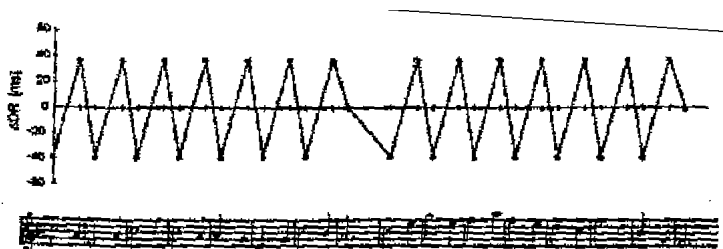
Quando una nota è più corta di un secondo e mezzo (M.M.=40) e si presenta nel contesto con la nota precedente e seguente nel rapporto [2:1:>1], per esempio  oppure , viene allungata del 12% e la precedente nota, di doppia durata, viene accorciata del corrispondente valore. Anziché accentuare i contrasti di durata, questa regola li attenua: prendendo come riferimento tre rapporti di valore, dal contrasto 3:1  all'assenza di contrasto 2:2 , il contrasto preso in considerazione 2:1 , che naturalmente ha un rapporto più vicino al 3:1, viene portato dalla regola ad un rapporto più intermedio fra i due, come si può vedere dalla seguente figura, osservando la linea tratteggiata.

Es. 6



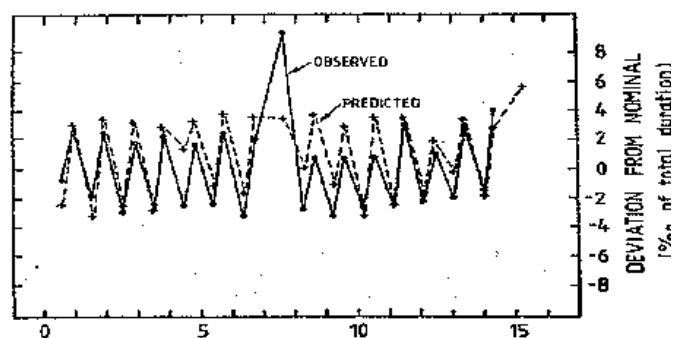
Le misurazioni su esecuzioni reali mostrano infatti la modifica del rapporto [2:1:2] in [2:1,27:2]. Il risultato musicale è ritmicamente più morbido, meno spigoloso dell'originale. L'esempio mostra il risultato della regola applicato alla melodia popolare svedese intitolata *Sorgeliga saker hända* (*Fatti dolorosi accadono*).


Es. 7



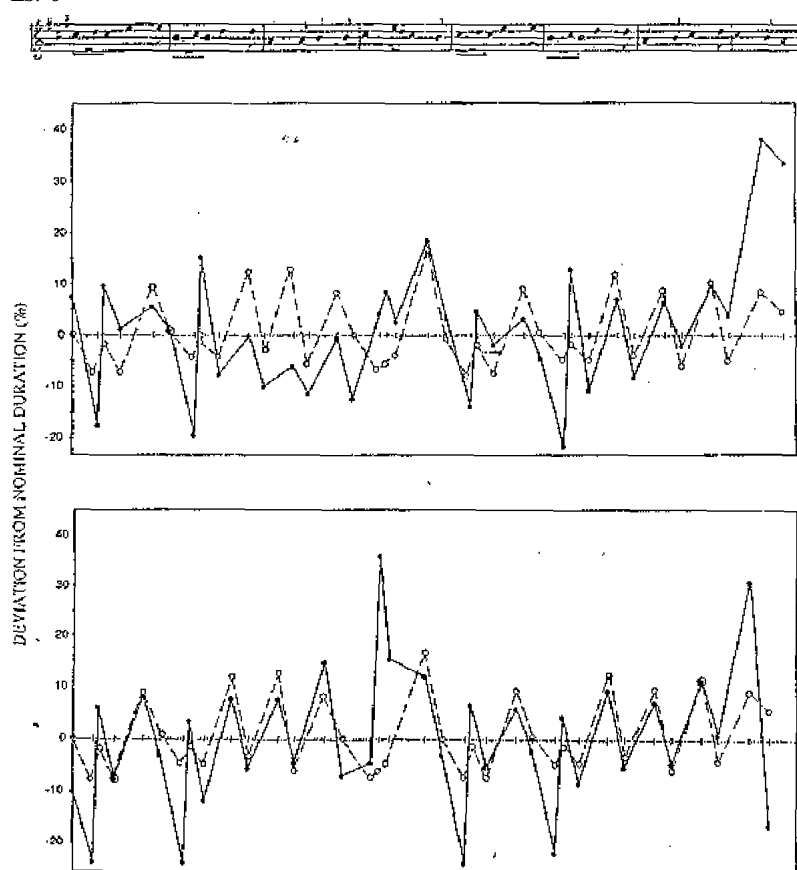
Il seguente grafico mostra invece il confronto tra un'esecuzione reale (linea continua), misurata da Bengtsson e Gabriellson (1983), e l'esecuzione artificialmente prodotta dalla regola (linea tratteggiata) dalla stessa melodia.

Es. 8



Molti sono i casi in cui si trova questo rapporto di durata, un esempio famoso è rappresentato dalla figurazione  nel tema iniziale del primo tempo della Sonata di Mozart K 331 in La maggiore. I grafici seguenti mostrano il confronto fra due esecuzioni reali, registrate da Gabriellson (1987) (linea continua), e l'andamento previsto dal sistema di regole (linea tratteggiata).

Es. 9



In questo caso il tracciato prodotto dal sistema non è ottenuto con la sola regola DDC2B, ma con l'insieme delle regole; rimane comunque preminente, in questo confronto, la somiglianza tra esecuzioni reali ed esecuzione artificiale proprio a livello di andamento delle note adiacenti, in relazione [2:1], mentre minore è la somiglianza a livello di spazi temporali più ampi (semifrase, frase). In pratica l'analogia tra i due tracciati è dovuta principalmente alla regola DDC2B.

Un altro esempio di applicazione può essere l'inizio della Sonata K 332 in Fa maggiore, citata sopra per la regola DDC1, ed in questo caso va osservato che le due regole producono, nel rapporto di durata in oggetto, un effetto opposto: in un test d'ascolto, riportato in un articolo (Sundberg, Fryden, Friberg, 1991), la regola DDC1 risulta, al contrario di altre regole, non gradita agli ascoltatori, proprio perché usata in questo tema, in cui probabilmente era più naturale applicare l'effetto opposto creato dalla DDC2B.

DIFFERENZIAZIONE NELLE CATEGORIE DI ALTEZZA

- **DPC1A Innalzamento delle note più acute** (*High sharp*)

La regola incide sulla frequenza ed opera nel caso di un brano monofonico. Essa compare nelle versioni più recenti del sistema di regole (Sundberg, Fryden, Friberg, 1987) poiché le prime versioni non investigavano i parametri della frequenza e del vibrato. Le frequenze superiori al Do centrale [C4] sono incrementate di 4 cents (6

cents nella prima versione) per ogni ottava, in riferimento al sistema temperato; le frequenze inferiori sono abbassate nel corrispondente modo. La regola successiva [DPC1B] opera in modo parallelo.

Più che produrre differenziazioni o raggruppamenti, essa sembra adeguare l'esatta intonazione alle capacità percettive dell'udito. Infatti un incremento di tali proporzioni non può essere percepito come valore assoluto, ma assume importanza musicale nei rapporti fra le note vicine di una melodia: l'esecutore che usa uno strumento in grado di modificare l'intonazione rende naturalmente crescenti gli acuti e calanti i bassi, così come un buon accordatore di pianoforti limita il temperamento equabile alla zona centrale dello strumento, intervenendo leggermente, in linea con i valori proposti dalla regola, agli estremi della tastiera. L'origine di tale regola va cercata pertanto nel campo dell'acustica. Gli autori hanno utilizzato come esempio il primo tema dello Scherzo da *Una notte di mezza estate* op. 61 n. 1 di Mendelssohn.

- **DPC1B Aumento dell'intensità nelle note più acute** (*High loud*)

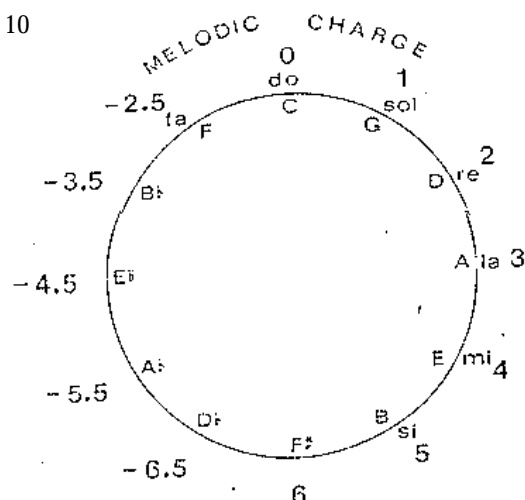
La regola produce un incremento della sonorità, direttamente proporzionale alla frequenza fondamentale delle note, con un aumento di 3 dB per ogni ottava a partire dal Do centrale verso l'alto, e un decremento dello stesso livello per le note sotto il Do centrale. La regola in questione, come la DPC1A, sembra servire allo scopo di rendere il suono prodotto artificialmente col sintetizzatore più simile a quello degli strumenti tradizionali e della voce umana. L'incremento della sonorità con l'innalzamento della frequenza sembra essere una caratteristica fisica di molti strumenti e della voce umana, per quest'ultima, non solo nel canto, ma anche nel normale linguaggio parlato.

Questa regola, la cui origine va cercata, come per la precedente, nel campo dell'acustica. L'esempio musicale utilizzato è il tema della Sonata in Mi maggiore per violino e basso continuo op. 1 n. 15 di Händel.

- **DPC2B Carico melodico** (*Melodic charge*)

La regola produce variazioni sui seguenti parametri: durata, intensità, ampiezza del vibrato. Gli incrementi, misurabili in percentuale e decibel, sono in relazione con un valore, attribuito a ciascuna nota della scala, partendo da una fondamentale e seguendo il circolo delle quinte. Ognuno dei dodici suoni esistenti nell'ambito di un'ottava riceve un valore numerico che rappresenta la distanza, tonalmente intesa, dalla tonica; quest'ultima riceve così un valore uguale a zero.

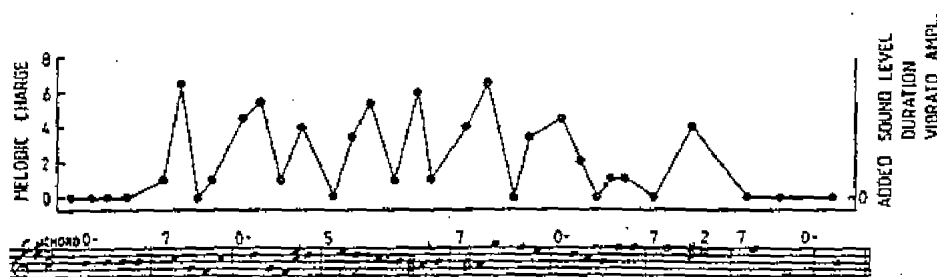
Es. 10



La figura, riproducendo il circolo delle quinte, mostra i valori di *carico melodico* nel caso in cui la tonica sia Do. In realtà, solo per spiegare teoricamente la figura si può parlare di tonica: la regola richiede piuttosto che un operatore inserisca manualmente, nella partitura per il computer, secondo le regole tradizionali del sistema armonico-tonale, la nota fondamentale di ogni accordo che regge la nota o le note della melodia, e non quindi la tonica di riferimento.

L'esempio che segue chiarisce molto bene la procedura necessaria affinché la regola DPC2A agisca sul tema del primo Kyrie dalla Messa in Si minore di Bach.

Es. 11



In queste nove battute troviamo dieci accordi; la cifra posta sopra il rigo musicale indica semplicemente la distanza in semitoni di ogni fondamentale di accordo dalla tonalità iniziale **Si**; in pratica ci indica quali sono le fondamentali degli accordi che la regola deve utilizzare per attribuire il *carico melodico* alle note della soprastante melodia: Si, Fa#, Si, Mi, Fa#, Si, Fa#, Do#, Fa#, Si. Pertanto il carico melodico della prima battuta è riferito alla fondamentale Si, infatti i primi quattro Si della melodia hanno valore uguale a zero; la fondamentale della seconda battuta è il Fa# per cui le quattro note della melodia hanno il seguente valore: il Do# ha carico melodico = 1, il Sol = 6.5, il Fa# = 0, il Do# nuovamente = 1. In questo modo, accordo per accordo, le note assumono diversi carichi melodici a seconda della fondamentale dell'accordo che si suppone regga armonicamente il momento melodico.

Il termine "carico melodico" è senza dubbio nuovo, ma si riferisce a qualcosa di ben preciso per la teoria musicale: la distanza che ogni nota ha dalla fondamentale

dell'accordo a cui appartiene lungo il circolo delle quinte. In questo modo le note della scala acquistano tanto maggiore rilievo esecutivo quanto più sono tonalmente lontane dalla fondamentale. Il tritono dovrebbe ricevere il rilievo massimo; in realtà gli autori hanno previsto un'asimmetria tra i valori posti a destra e quelli posti a sinistra della fondamentale: percorrendo il circolo delle quinte in senso orario la scala procede regolarmente da Do a Fa# con valori unitari da 0 a 6, mentre percorrendo il circolo delle quinte in senso antiorario (lato della Sottodominante), a parte il segno negativo che ha una funzione utile per la successiva regola DPC2B, troviamo un salto da Do a Fa [0-2.5] diverso da quello da Do a Sol [0-1]. Non è così il tritono a ricevere il valore massimo ma il semitono posto sopra la fondamentale (per esempio il Reb per la fondamentale Do); di conseguenza, come si può vedere dalla figura, tutti i valori alla sinistra della fondamentale ricevono una quantità di rilievo maggiore, a parità di distanza dalla fondamentale, di quelli a destra. Questo perché la direzione ascendente è più naturale di quella discendente. Per quanto riguarda l'effetto prodotto dalla regola le quantità di variazione sono le seguenti: a) allungamento della durata della nota pari a 2/3 del carico melodico in ms., b) incremento del livello sonoro pari a 1/5 del carico melodico in dB, c) incremento dell'estensione del vibrato pari a 0,03 volte il carico melodico in percentuale. La regola prevede inoltre che improvvisi cambi di livello sonoro, in una sequenza di note in scala, siano evitati grazie ad apposite formule. Nelle prime presentazioni

questa regola, come altre, non comprendeva il parametro del vibrato; inoltre i valori nel lato della Sottodominante prevedevano un'asimmetria rispetto a quelli della Dominante, ma con una scala di valori ad intervalli regolari di 1.5, dal Do [valore uguale a zero] al REB [valore uguale a 7.5].

Una conferma della correttezza dei pesi attribuiti a ciascun grado della scala e del generale accordo tra teoria musicale e giudizio degli ascoltatori fu trovata in un esperimento di Krumhansl e Kessler (1982), in cui veniva chiesto agli ascoltatori quanto bene un determinato suono si adattava come continuazione di una scala in relazione alle note che lo precedevano. I risultati di questo e altri test portarono a valori molto simili a quelli ipotizzati nella regola: nel caso la nota sia giudicata dagli ascoltatori poco consona al contesto precedente, essa diviene un evento rimarcabile.

Infatti l'interprete variando il grado di enfasi dato a diverse note aiuta l'ascoltatore ad identificare le classi di altezze e a realizzare mentalmente la struttura musicale. Questa enfasi è anche in relazione con la prevedibilità: essa avvisa l'ascoltatore che il flusso della comunicazione può essere mantenuto anche quando arriva un evento inaspettato. Il medesimo principio può essere osservato anche nel linguaggio e svolge un'importante funzione nella comunicazione in genere.

• DPC2B Intonazione melodica (Melodic Intonation)

Questa regola è in pratica un completamento della precedente, infatti accorda le note della scala modificando leggermente l'intonazione in linea con il *carico melodico*. Le note con segno positivo subiscono un innalzamento della frequenza principale, rispetto al sistema temperato, mentre quelle con segno negativo un abbassamento (la figura è quella del circolo delle quinte presentato con la regola DPC2A). La tabella seguente illustra le deviazioni in cents.

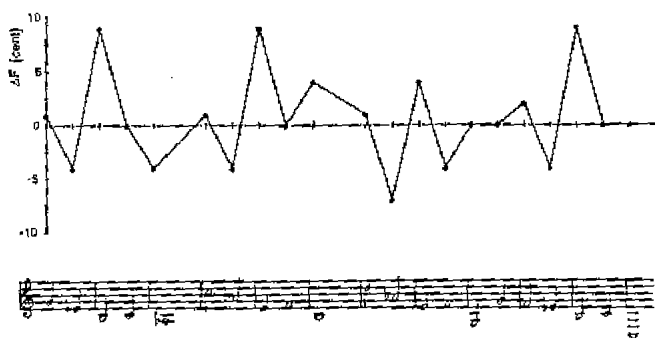
Es. 12

IC	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ΔF_{MEL}	0	-7(7)	3	-4(4)	4	2	10	1	-6(6)	4	-4	9

IC è il numero di semitoni che separa la nota dalla fondamentale dell'accordo di riferimento, F [Delta F] è la deviazione aggiunta in cents, i valori che contemplano un'alternativa positiva o negativa riguardano i suoni omologhi.

La regola viene presentata separatamente dalla precedente anche perché è utilizzabile solo in un contesto monofonico. Un esempio utilizzato dagli autori è il tema dalla Sarabanda in Do minore per violoncello solo BWV 452 di Bach.

Es. 13



L'origine della regola va cercata nel confronto con esecuzioni reali. Un ulteriore supporto viene dalla teoria acustica, infatti la scala prodotta con questa *accordatura* è simile a quella pitagorica, seppure con deviazioni dal sistema temperato leggermente inferiori.

Si accompagna anche l'effetto, molto importante musicalmente, di differenziare la percezione degli intervalli: gli intervalli maggiori [3^a, 6^a, 7^a] vengono ampliati mentre i corrispondenti minori vengono ristretti.

5.2 REGOLE DI RAGGRUPPAMENTO

Nel sistema percettivo il concetto di raggruppamento è complementare a quello di differenziazione e fondamentale per la comunicazione e la memorizzazione di più eventi: creare una struttura gerarchica che raccoglie gli eventi in categorie è la strategia utilizzata dalla memoria per superare il presente percettivo. Le regole inserite in questo gruppo sembrano avere, secondo le ipotesi degli autori, lo scopo di aiutare l'ascoltatore a creare una struttura gerarchica a vari livelli: dall'inciso melodico alla frase. Troviamo così due sottogruppi in

relazione all'estensione del raggruppamento: microlivello e macrolivello.

MICROLIVELLO - GMI (Grouping Microlevel)

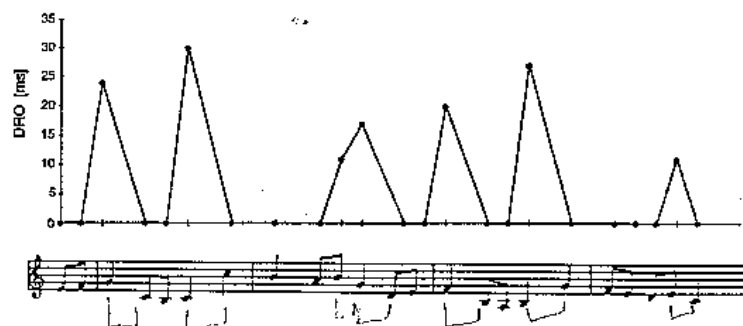
• GM1A Articolazione nel salto (Leap articulation)

Una micropausa viene inserita fra due note che producono un salto (3 o più semitoni). La dimensione della micropausa è determinata dalla durata della nota di partenza e dal numero di semitoni che formano l'intervallo. Vengono previsti alcuni limiti: la durata della nota non deve essere inferiore a 100 ms. (250 nella prima versione della regola); per gli intervalli superiori a 9 semitoni, al fine di evitare pause troppo evidenti, si continua a considerare il valore simile a 9; inoltre è previsto che il programma riconosca i punti in cui l'operatore ha stabilito terminino le frasi o le semifrasi e non applichi, in questi casi, alcuna modifica anche se vi sono salti. Quest'ultima scelta è dovuta all'esistenza di un'altra regola [GMA1-Fraseggio] per i confini delle frasi che, producendo effetti simili a quella in oggetto, si sommerebbe ad essa in modo inopportuno.

Bisogna ricordare che il suono prodotto artificialmente da questo programma prevede un'intensità costante e un tempo di decadenza della durata di circa 60 ms., in cui il suono decresce fino a sparire; questo tempo di decadenza normalmente si sovrappone all'inizio della nota seguente. Con l'introduzione della micropausa, usando i termini già esposti, il DR [durata totale delle note] rimane costante mentre il DRO [durata del silenzio, che si può creare o meno, tra le note] viene modificato.

L'esempio utilizzato è tratto dalla Bourrée della Suite in Do maggiore per violoncello solo BWV 1009 di Bach. Nella figura i picchi sopra il rigo musicale rappresentano la durata della micropausa che, come ho detto, non incide sul valore complessivo delle note e, come si può vedere, è proporzionale all'ampiezza del salto.

Es. 14



Come per altre regole che investono il contorno interno della sonorità di una nota (inviluppo), è prevista la formulazione alternativa che prevede i 4 livelli di intensità.

La regola sottolinea il senso di prossimità fra le altezze, secondo i principi della Gestalt, ottenendo il risultato di sottolineare il raggruppamento di note vicine in altezza. In alcuni casi potrebbe essere musicalmente sconsigliata, ma bisogna ricordare che nella musica tonale è più probabile un piccolo respiro tra due note distanti in altezza che tra due vicine; in ogni modo essa produce effetti rimarcabili soprattutto nel caso di salti ampi.

• **GMIIB Durata delle note che formano un salto**
(*Leap tone duration*)

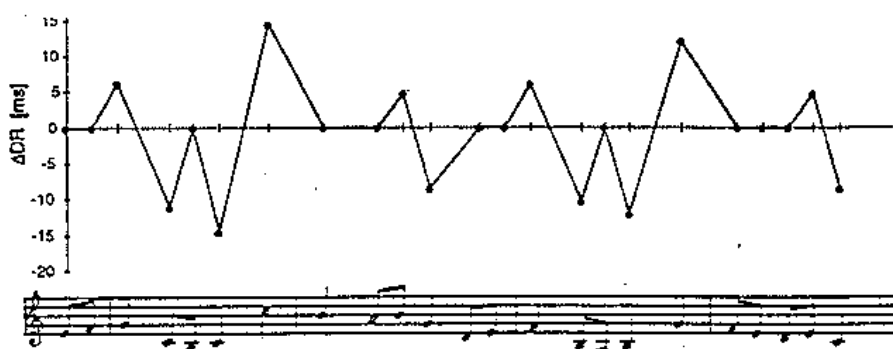
Questa regola ha una formulazione particolare che, attraverso i vari articoli, conduce a due versioni fra loro contrastanti. La prima versione (Sundberg, Askenfelt, Fryden, 1983) parla di un allungamento della durata delle note che terminano un salto melodico; tale modifica è proporzionale ai semitoni che compongono il salto. Successivamente alla formulazione furono aggiunti dei limiti: si chiarisce (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg, 1986) che nel caso di salti in successione la regola va applicata solo al primo; nell'ultima formulazione (Friberg, 1991) viene definita come regola per i salti singoli e quindi, affinché sia operativa, è necessario che il salto sia preceduto e seguito da moto per grado congiunto o note ribattute. Altre specificazioni sono contenute in un articolo del 1989 (Sundberg, Fryden, Friberg): si parla non solo di allungamento della nota di arrivo del salto ma anche di corrispondente accorciamento della nota precedente (quella da cui il salto inizia), inoltre viene inserita una diversità di peso tra salto ascendente e salto discendente; infatti in quest'ultimo caso la regola produce una modifica pari al 50%. In un test del 1991 (Sundberg, Fryden, Friberg) viene confermata tale versione, citando come esempio una quantità di rallentamento della nota di arrivo di 13 ms. per una sesta maggiore ascendente e del 50% nel caso discendente.

Fino a questo punto il funzionamento della regola è chiaro: in presenza di un salto, entro i casi specificati dai limiti suddetti, accorcia la nota di partenza e allunga quella di arrivo.

In un altro articolo (Sundberg, Fryden, Friberg, 1987), e in due di quelli già citati (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg, 1986; Friberg, 1991), viene data una versione sostanzialmente diversa: non si parla più di nota di partenza [più corta] e di nota d'arrivo [più lunga] del salto ma di nota più bassa [più corta] e di nota più alta [più lunga]. In questo modo è chiaro che nel salto ascendente tutto funziona come prima ma nel salto discendente la regola risulta rovesciata.

Le due versioni si contraddicono a vicenda e secondo me la prima versione, che chiamerò **C**, è corretta mentre la seconda, che chiamerò **S**, è scorretta, almeno dal punto di vista formale.

Es. 15



La figura mostra la regola, applicata alla stessa melodia di Bach usata per la precedente GMI1A, nella versione che ho definito **S**; infatti il grafico mostra per il primo salto discendente Sol - Do un allungamento di circa 5 ms. della prima nota [più alta] e una riduzione di circa 10 ms. della seconda nota [più bassa]. Nel salto successivo, Do-Do ascendente, invece, è la prima nota [più bassa] ad essere ridotta di 15 ms. e la seconda [più alta] ad essere allungata di 15 ms.

Per capire perché, secondo me, questa versione sarebbe scorretta (anche se Sundberg, in occasione dell'*International Workshop on Sonic representation and transformation* SISSA ISAS di Trieste nell'ottobre del 1992, mi ha confermato che era insoddisfacente ma giusta) bisogna risalire al significato musicale della regola: lo scopo della modifica delle durate in un salto è in relazione all'effetto che, in una melodia, il salto involontariamente produce. I primi articoli citati, che contengono la descrizione di questa regola, parlano del trattato di psicoacustica di van Noorden (1975), secondo cui una melodia che contiene un ampio salto può essere percepita come scissa in due quasi simultanee melodie per effetto del principio ghestaltico, che ho citato per la regola GMI1A, della prossimità. Questo effetto di scissione può essere ridotto o evitato se il grado della separazione tra le due note viene ridotto. In questo modo il salto non è più percepito come una cesura che separa due melodie, ma come movimento interno ad una stessa melodia. In sostanza questa regola si preoccupa proprio di quelle perplessità che potevano sorgere con la regola GMI1A: perché separare con una micropausa ogni salto? La regola GMIIB produce l'effetto opposto: in presenza di un salto non separa ma unisce, avvicinando la prima nota, abbreviandola leggermente, alla seconda. Lo scopo musicale, ridurre il senso di cesura dando continuità ad una melodia che contenga dei salti, può essere importante dal punto di vista esecutivo e, qualora si decida di applicare la regola perché il contesto lo richiede, la versione **S**, a questo livello è priva di senso.

• **GMI1C Aumento della velocità in movimenti ascendenti** (*Faster uphill*)

La durata delle note viene abbreviata di 2 ms. se la nota precedente è più bassa e la seguente è più alta. Questa riduzione viene applicata anche alla prima nota di un'ininterrotta serie di intervalli ascendenti. Le versioni primitive, in ordine cronologico, parlavano di decrementi del 3%, di 10 ms., di 5 ms. L'esempio riportato è tratto da un canto popolare di K. Jularbo intitolato *Livet i Finnskoga*. Casualmente questa melodia procede a salti, ma la regola funzionerebbe allo stesso modo in moti ascendenti per grado congiunto.

Es. 16



Questa regola sembra avere origine nell'esperienza extramusicale: se la linea melodica va verso l'alto, ci può essere un'associazione con il moto fisico in salita e l'esecuzione che, in tale situazione, incrementa leggermente la velocità, informa l'ascoltatore che la salita è percorsa senza sforzo.

La regola si associa inoltre alla DPC1B che aumenta l'intensità delle note più acute, per cui, se esse sono suonate solo più forte, senza aumentare la velocità, si ripresenta l'effetto di affaticamento nell'esecuzione.

Anche nel linguaggio l'innalzamento della frequenza si può accompagnare ad un eccitamento generale che comprende l'aumento di velocità.

La regola, abbia o meno questi fondamenti, produce un effetto musicalmente molto importante: raccoglie assieme un gruppo di note, rendendo la nota più alta un punto di arrivo; inoltre dà un senso di continuità, di moto in avanti, contrario per esempio al senso di conclusione dato da un rallentando.

- **GMI2 Attenuazione della differenza di intensità**
(*Amplitude smoothing*)

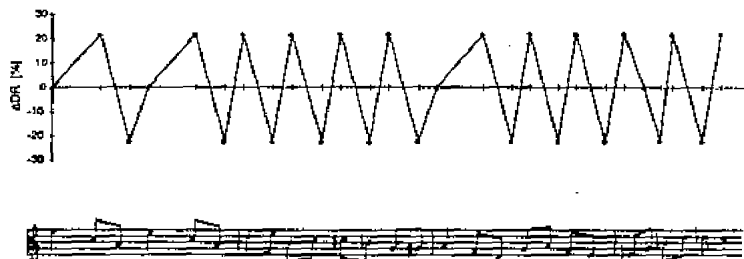
Riduce le differenze di livello sonoro tra note adiacenti: affinché non ci siano sbalzi nell'intensità, la prima nota viene portata, per quanto riguarda la sua intensità, quasi allo stesso livello (80%) della successiva. In questo modo si crea un crescendo di volume, se la prima nota è meno intensa o un diminuendo, nel caso contrario. L'ultima versione contiene il modello di involuppo a quattro punti già citato.

La regola, riferita ovviamente solo agli strumenti che possono intervenire entro la durata del singolo suono, ha lo scopo di ridurre gli sbalzi entro una frase o semifrase, infatti non va applicata in questi punti di segmentazione. Se un cambio di livello sonoro è un segnale di confine di gruppo, questa regola attenua i cambi di livello tra note appartenenti alla stessa semifrase.

- **GMI3 Ineguali** (*Inegales*)

In una sequenza di coppie di note di uguale valore, la durata della nota metricamente accentata viene prolungata del 22% e la nota seguente abbreviata dello stesso ammontare. Nel caso la sequenza inizi con una nota in levare la prima nota verrà accorciata. L'esempio riportato è un brano jazz: *Blues for Alice* di C. Parker.

Es. 17



Secondo gli autori questa regola è opzionale e riguarda la letteratura barocca e il jazz. Però bisogna ricordare che la sottolineatura del metro è stata considerata importante in molti studi, basati sulla misurazione di esecuzioni reali (Battel, 1995a). Il rapporto fra metro, segmentazione e struttura musicale viene sottolineato da Clarke, Sloboda, Clynes e altri. In questo caso si può dire che il metro viene considerato solo nel suo livello più basso: due note. Mancano riferimenti al tempo ternario e ad un metro binario a più livelli. In particolare il modello proposto dalla regola è perfettamente uguale a quello individuato da Clynes come *Pulse* di Mozart: se prendiamo una o più quartine e applichiamo la regola con un peso inferiore, pari al 5% anziché al 22%, otteniamo, dato un valore di partenza uguale a 100, le durate 105, 95, 105, 95. Queste deviazioni di durata si possono considerare come il modo più naturale di sottolineare la struttura metrica di quartine formate da note di media durata. L'esperienza d'ascolto e una sottile misurazione dell'involontaria condotta ritmica dell'esecutore, che crede normalmente di eseguire tali modelli perfettamente a tempo, possono essere l'origine di tale regola.

- **GMI4 Articolazione nelle ripetizioni**
(*Repetition articulation*)

Una micropausa della durata di 35 ms. viene inserita tra due note uguali. Come la GMI1, che si occupava del salto, questa regola modifica l'articolazione fra le note, inserendo un piccolo spazio di silenzio [DRO], ottenuto smorzando la prima nota anzitempo ed eliminando l'effetto di legato.

Lo strumento che meglio spiega la regola è il pianoforte: la meccanica dello strumento non può ribattere una nota senza una micropausa. La regola può aver avuto origine dall'osservazione di esecuzioni reali ed è stata inserita fra quelle definite di *raggruppamento* perché, nel caso vi sia una serie di note ripetute, produce l'effetto di renderle più simili tra loro, in quanto leggermente staccate, e quindi le raggruppa differenziandole da quelle legate.

Come per le altre regole che investono l'involuppo esiste la versione a quattro punti di livello sonoro.

Un recente ampliamento del sistema (Friberg, Sundberg, Fryden, 1994) inserisce nel gruppo **GMI** una nuova regola, definita **Punteggiatura** (*Punctuation*) e derivata in parte dalle regole **Articolazione nel salto** e **Accenti**.

MACROLIVELLO - GMA (*Grouping MAcrolevel*)

- **GMA1 Fraseggio** (*Phrase*)

La regola opera a tre livelli: a) semifrase b) frase c) intera melodia (periodo). Nelle prime formulazioni (Sundberg, 1983; Fryden, Sundberg, 1984) operava solo sui primi due livelli.

Essa investe due parametri: l'effettiva durata della nota [DR] e la presenza di micropause [DRO]. Le indicazioni dei punti appropriati per questo fraseggio sono decise a priori ed inserite manualmente dall'operatore nella partitura per il computer. Le modifiche che la regola apporta, secondo i tre livelli, sono: a) l'ultima nota della semifrase viene mantenuta inalterata nel suo valore e modifi-

cata nel DRO con una micropausa di 80 ms. (10 ms. nella versione primitiva), ottenuta, come già spiegato, smorzandone anzitempo il suono; b) l'ultima nota della frase viene allungata di 40 ms., e sulla nuova durata totale viene applicata la micropausa di 80 ms. del caso precedente (nella versione primitiva era prevista solo l'aggiunta alla durata della nota di 40 ms.); c) l'ultima nota del periodo viene semplicemente allungata di 80 ms. Questo esempio, tratto da una canzone per bambini di A. Tegnér, intitolata *Lo scoiattolo stava sull'albero*, mostra gli effetti in termini di micropause e allungamenti prodotti dalla regola.

Es. 18

Essa fu testata su altri brani fra cui il valzer in Mib maggiore op. 18 di Chopin (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg, 1986).

Come si può notare questa regola è fra quelle più strettamente legate alla struttura musicale e, in accordo con gli studi di Clarke e altri (Battel, 1995a), evidenzia che una delle principali funzioni dell'interprete, durante l'esecuzione, è quella di rendere esplicita e più comprensibile la forma musicale.

L'origine della regola, oltre che nella teoria, può essere cercata nelle misurazioni di esecuzioni reali, in particolare in quelle effettuate col pianoforte proprio da Clarke, Todd e altri. Le rilevazioni però non mostravano l'effetto descritto sopra, quanto piuttosto un leggero accelerando all'inizio della frase e un rallentando alla fine, anche se in qualche caso il pianista non rallentava alla fine della frase, ma semplicemente teneva di più l'ultima nota, come ipotizzato dalla regola in questione. Inoltre la regola GMA2A, che seguirà la presente, crea un effetto opposto, per quanto riguarda le durate. Gli autori, a questa parziale contraddizione, rispondono che il modo di marcare i confini di frase può variare da musicista a musicista. Bisogna ricordare che nell'esecuzione reale le norme che creano deviazioni espressive sono molte e spesso si sommano, per cui un effetto vicino alla realtà si può ottenere solo con l'applicazione di più regole. In pratica ci sono diversi sinonimi e diversi codici utilizzabili per sottolineare l'inizio e la fine di una frase.

Nell'articolo più recente (Friberg, Sundberg, Fryden, 1994) viene presentata una nuova regola deputata a sottolineare i confini dei frasi e alternativa a quella appena descritta, chiamata **Arco di frase** (*Phrase arch*).

• GMA2A Carico armonico (*Harmonic charge*)

Questa regola, piuttosto complessa, forma indubbiamente, assieme a quella del *Carico melodico* e a quella del *Fraseggio*, il gruppo di regole musicalmente più impor-

tanti, in diretta relazione con la struttura gerarchica presente nella musica tonale a livello di fraseggio, di progressioni armoniche, di singoli accordi e singole note.

La regola del *Carico armonico* attribuisce una determinata rimarcabilità, ad un livello più alto di quella del *Carico melodico*, solo a quelle note della melodia che si presentano nel momento in cui l'accordo ipotizzato sottostante cambia, passando ad esempio dalla tonica alla dominante.

In questo modo la regola agisce su spazi temporali più lunghi tenendo conto, si potrebbe dire, del percorso armonico contenuto in un intero periodo musicale. La regola enfatizza così, con incrementi espressivi nell'intensità e nelle durate, solo alcune note della melodia; quelle in mezzo tra un cambio di accordo e l'altro vengono trattate come note di passaggio, in senso interpretativo, fra i punti armonicamente più o meno rimarcabili. Il risultato è una sorta di generale andamento con crescendo e diminuendo verso le note determinate nel loro peso espressivo dalla regola in questione.

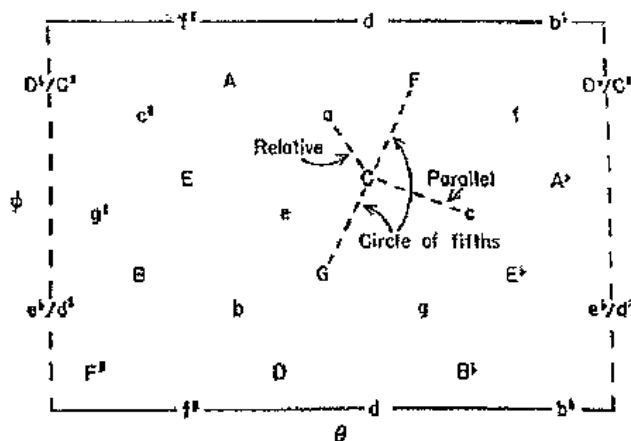
La prima formulazione della regola (Sundberg, 1983) prevedeva innanzi tutto la notazione in input degli accordi che sorreggono la melodia; a ciascun accordo era attribuita una distanza dalla tonica corrispondente al numero di accordi necessari, secondo la pratica tradizionale della modulazione, per tornare all'accordo di tonica.

Supponendo che la Tonica sia Do il suo peso sarà pertanto uguale a zero (Sundberg, Lindblom, 1976) e, secondo la terminologia dell'armonia funzionale introdotta nella seconda metà dell'Ottocento da Hugo Riemann, procedendo per salti di quinta troviamo, a destra, per esempio, [Sol] la Dominante con peso uguale a 1, [Re] la Dominante della Dominante, se maggiore, o la Sottodominante del Relativo, se minore, con peso uguale a 2 e così via. I numeri indicano il *carico armonico* degli accordi. La regola, attraverso una particolare formula matematica, in rapporto al *carico armonico* di un determinato accordo, attribuisce un'intensità relativa, superiore alla tonica, alla prima nota della melodia che compare sopra l'accordo.

Successivamente la regola subì sostanziali modifiche per quanto riguarda il modo di calcolare il peso degli accordi: attraverso una più completa ed esauriente traduzione quantitativa dei principi della teoria musicale tradizionale e, attraverso i modelli psicologici proposti negli studi di Krumhansl e Kessler, già citati per il *carico melodico*, il problema della distanza tra gli accordi venne risolto in modo più completo. Infatti la sola misura della facilità di modulazione tra due accordi è un metro piuttosto rozzo per determinare la distanza armonica. È necessario considerare anche: il numero di note condivise da due tonalità, la differenza tra il numero di alterazioni in chiave e la distanza lungo il circolo delle quinte. Nel caso delle tonalità minori nascono alcune ambiguità derivate dalle diverse forme che la scala minore può assumere. Una forte relazione c'è tra una tonalità maggiore e la sua relativa minore a causa dello stesso numero di alterazioni in chiave; un'altra stretta relazione c'è tra le tonalità maggiori e minori parallele, ad esempio Do maggiore e Do minore, cioè tra quelle che hanno la stessa fondamentale, infatti i due modi della stessa tonalità condividono i gradi più stabili, I, IV e V, hanno la

stessa Sensibile e lo stesso accordo di Dominante. Su queste basi Shönberg sostituì il circolo delle quinte con il modello delle mappe spaziali dette *regioni tonali*. Su questi presupposti Krumhans e Kessler (1982) ricavarono una diversa rappresentazione dei rapporti di vicinanza o lontananza tra le tonalità.

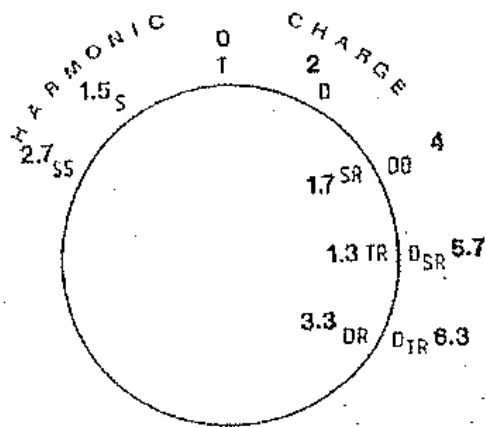
Es. 19



Questa rappresentazione visualizza in modo più completo i rapporti tra gli accordi mettendo in risalto, attraverso differenziazioni spaziali, alcune relazioni asimmetriche non spiegate né dal circolo delle quinte né dalla mappa di Shönberg: per esempio, in riferimento alla tonalità di **Do M**, **La m** e **Mi m** sono più vicini a **Do M** di **Do m** e **Sol m**.

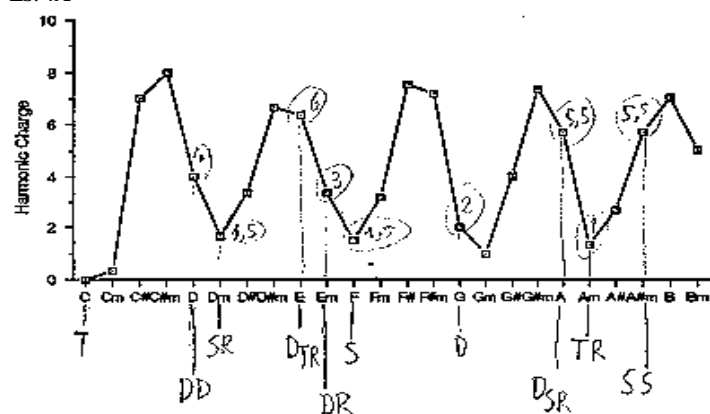
La regola, riproposta nel 1986 (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg) e negli articoli successivi, appare così sostanzialmente diversa. Il *carico armonico* di un accordo è calcolato sulla base di quello *melodico* posseduto dalle tre note che compongono la triade in rapporto alla fondamentale della tonalità di riferimento. I pesi sono rispettivamente 0.50 per il I, 0.33 per il III e 0.17 per il V della triade. In questo modo il peso degli accordi risulta così modificato negli ultimi articoli del 1991.

Es. 20



Grazie alla formula matematica citata, è possibile determinare il *carico armonico* di tutte le triadi maggiori e minori formabili su ogni grado della scala di una determinata tonalità. Per Do maggiore lo schema del *carico armonico* è il seguente.

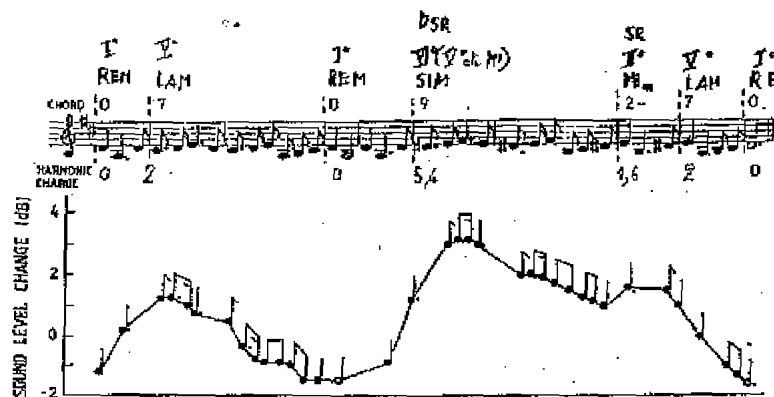
Es. 21



Anche gli effetti della regola sono leggermente diversi e più complessi; nella recente versione essa agisce sui parametri della durata, dell'intensità e della frequenza del vibrato nel seguente modo: a) crescendo e diminuendi dell'intensità sonora riflettono il cambio di *carico armonico*, secondo una determinata formula. L'inizio dell'incremento di volume è stabilito a 1.9 (anziché 1.6) secondi prima del cambio dell'accordo. Il livello di decremento inizia invece subito dopo l'accordo e termina a quello successivo. Se lo spazio temporale per il crescendo è troppo corto viene realizzata solo una porzione dell'aumento di sonorità per evitare crescendo troppo veloci. b) Rallentandi e accelerandi accompagnano i crescendo e diminuendi in un rapporto proporzionale al livello sonoro creato dal *carico armonico*. c) La frequenza del vibrato segue proporzionalmente l'intensità. d) Il tempo è rallentato in accordo al *carico armonico* per tutte le note che appaiono sorrette da un determinato accordo, esse ricevono un incremento di durata proporzionale al *carico armonico*. e) La prima nota che possiede un determinato *carico armonico* viene ulteriormente allungata di una porzione di durata relativa allo stesso (per le formule matematiche di questi cinque punti vedi Friberg, 1991).

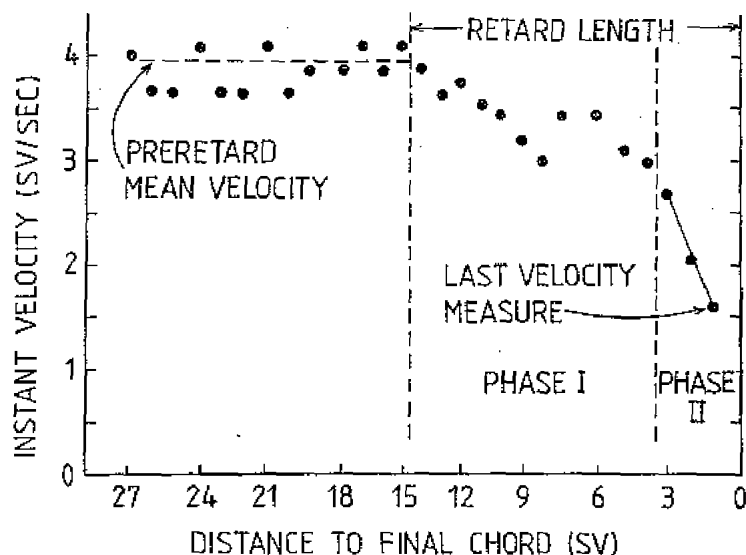
La figura mostra l'effetto della regola su un tema della Sinfonia in Si minore *L'incompiuta* di Schubert.

Es. 22



Come si può vedere, la regola del *carico armonico* tenta di riflettere in maniera quantitativa il fatto che gli accordi formano un sistema gerarchico di rimarcabilità espressiva entro il sistema tonale. Gli effetti principali sono quindi due: 1) enfatizzare eventi inaspettati quali

Es. 24



La media dei risultati fu tradotta in formule matematiche, testate poi con gli ascoltatori tramite il metodo dell'analisi attraverso la sintesi, fino a trovare la formula di rallentando più gradita.

In un successivo articolo del 1987 (Kronman, Sundberg) questi dati vennero messi a confronto con il decremento della velocità dei passi durante la fase di graduale arresto di una corsa, supponendo che non cambiasse né la lunghezza dei passi né la forza frenante, cioè un'ideale fermata perfettamente prepianificata. La curva del decremento della velocità nelle due situazioni, musicale e fisica, è sostanzialmente simile, a patto che si supponga che il punto finale del ritardando sia il 10% più avanti dell'inizio dell'ultimo accordo, in questo modo la durata del movimento del tempo musicale all'attacco dell'ultimo accordo è circa il 30% del movimento iniziale.

È suggestiva l'ipotesi che la gradevolezza di un ritardando finale sia dovuta alla sua iconicità, alludendo all'esperienza, che ognuno ha, del fermare la locomozione durante una corsa in modo naturale; una controprova può essere fatta immaginando la relativa innaturalità di un brusco arresto.

Rimanendo invece entro il codice della comunicazione, un riferimento può essere anche il linguaggio, dove la fine di una frase viene marcata dall'allungamento della durata delle sillabe.

5.3 REGOLE D'INSIEME

Il sistema di regole, nato per lavorare su estratti melodici ad una sola voce, viene dotato nel 1988 (Sundberg, Friberg, Frydén, 1989) di regole che permettono l'utilizzazione di musica polifonica. La caratteristica generale di queste regole è che, dovendo *accordare* tra loro

l'intonazione e le durate delle note nelle singole voci, vengono applicate per ultime, cioè quando le altre regole hanno già creato le loro modifiche.

• ENS1 Intonazione per la musica d'insieme (*Mixed intonation*)

La regola stabilisce una diversa intonazione in relazione alla durata delle note: quando, in un brano a più voci, la durata delle note è inferiore a 400 ms. la regola non agisce su di esse e l'intonazione viene fissata con la regola DPC2B. Questa intonazione, nel momento in cui viene attribuita alle varie voci, crea dei battimenti in presenza di suoni simultanei.

Gli autori hanno pensato che nel caso di durate brevi, appunto inferiori a 400 ms., il fatto potesse essere trascurabile. Nel caso di valori più lunghi di 400 ms., diventando tali battimenti molto evidenti, entra in campo la regola che agisce in questo modo: supponendo ad esempio che vi sia un brano a due voci, le note iniziano ad

una frequenza stabilita dalla citata regola DPC2B e, dopo 120 ms., la frequenza viene modificata alla velocità di 4.7 cents al secondo, fino ad una intonazione in cui fra le due note ci siano meno battimenti.

Il procedimento produce un'intonazione, definita dagli autori *giusta*, in grado di dare l'assenza totale di battimenti fra i primi cinque armonici e quindi per tutti gli accordi maggiori; gli altri accordi risulteranno comunque con pochi battimenti e pertanto più gradevoli che senza l'applicazione di questa regola.

Ogni accordo ha bisogno di un certo tempo per raggiungere l'intonazione *giusta*; per esempio, nel caso di una terza maggiore, saranno necessari 2.2 secondi per raggiungere la *giusta* intonazione. Nel caso di valori brevi l'intonazione delle note formanti l'accordo arriverà al punto che la loro durata consente. Vari tests hanno dato i seguenti risultati: accettabile, in mancanza di alternative, l'intonazione temperata; buona armonicamente, ma inaccettabile melodicamente, l'intonazione secondo la regola ENS1 in questione ma realizzata senza gradualità; buona melodicamente, ma inaccettabile armonicamente, l'intonazione realizzata completamente con la regola DPC2B. La regola ENS1 realizza un compromesso cogliendo il meglio delle due diverse soluzioni: parte da una buona situazione melodica (regola DPC2B) e va verso una buona situazione armonica senza battimenti.

Si suppone che gli esecutori di musica d'insieme cerchino involontariamente un compromesso tra l'assenza di battimenti e l'impressione di un'intonazione stabile; dall'osservazione di esecuzioni reali è stata ricavata la velocità da attribuire al cambiamento d'intonazione.

• ENS2 Sincronizzazione delle voci

(Melody synchronization)

Se in un brano polifonico una o tutte le voci vengono processate dalle regole che comportano deviazioni di durata, in molti casi gli attacchi simultanei risulteranno sfasati. Per ovviare a questo problema si può inserire la presente regola. In primo luogo tutte le voci vengono processate dalle regole che non comportano variazioni di durata. La regola a questo punto costruisce una nuova voce fittizia, prendendo tutte le note di minor valore, presenti momento per momento, nella partitura, e vi applica le deviazioni di durata. Anziché scegliere ad esempio la voce del soprano o quella del basso, la regola crea questa nuova linea, insignificante musicalmente, ma utile per il computer. Nel caso più voci contengano note di uguale valore, la regola sceglie per la propria linea monofonica quelle con maggior *carico melodico*.

La figura mostra un esempio di questo procedimento, evidenziando con i cerchietti, aggiunti a mano, le note che formano la linea monofonica utilizzata dalla regola. Es. 25

Questa regola rappresenta soprattutto un'ipotesi: penso sia difficile immaginare che i componenti di un complesso da camera si comportino in modo simile alla regola. Il procedimento più naturale per mettere insieme più voci, in un programma per computer, è stabilire la voce principale e poi sincronizzare su essa le altre voci. Quest'ultimo metodo imita ragionevolmente l'esecuzione di una melodia accompagnata, o comunque di un brano a più voci in cui ci sia effettivamente una linea principale. La regola ENS2 risolve invece casi in cui la struttura polifonica manifesti una situazione di pari importanza, circa le singole voci, per cui la scelta di una quale voce principale da capo a fondo sarebbe apparsa arbitraria.

- **ENS3 Sincronizzazione alla battuta**
(*Bar synchronization*)

La regola sostituisce la precedente nei casi in cui il ritmo sia particolarmente complesso. Essa agisce su ogni sin-

gola battuta, prima selezionando la voce con il maggior numero di note, poi aggiustando le durate nelle altre voci, in modo tale che la durata della battuta sia uguale per tutte le voci. Questa soluzione deriva dall'osservazione della pratica strumentale; infatti gli esecutori, nel caso di ritmi complessi, sogliono darsi *appuntamento* a punti prefissati, come per esempio l'inizio battuta.

5.4 REGOLE TECNICHE

Quest'ultimo gruppo di regole è meno interessante dal punto di vista musicale perché ha funzioni puramente tecniche, quali il prevenire una saturazione del livello sonoro nel sintetizzatore dovuta ad un crescendo troppo esteso.

- **TEC1 Durata delle note troppo brevi**
(*Social duration*)

Nel caso vi siano note di durata inferiore a 100 ms., precedute e seguite da note più lunghe, la regola assegna a queste brevi note una durata aggiuntiva di 10 ms., mentre la nota precedente viene accorciata del medesimo valore. Anche se nelle ultime presentazioni viene definita regola tecnica, in un articolo del 1987 (Sundberg, Fryden, Friberg) veniva accomunata alla DDC2B [Doppia durata] come regola che attenua i contrasti di durata rendendo meno fuggevoli note brevissime nel contesto descritto.

- **TEC2 Normalizzazione dell'intensità**

(*Amplitude normalization*)

Influisce sul parametro dell'intensità sonora.

- **TEC3 Normalizzazione delle durate**
(*Duration normalization*)

Influisce sul parametro delle durate.

6. Valutazione del sistema di regole

Il metodo dell'analisi attraverso la sintesi poggia, come si è visto, sul giudizio dell'ascoltatore; all'atto della formulazione delle regole, le ipotesi si possono convalidare con confronti abbastanza semplici fra esecuzioni con regole ed esecuzioni senza, ma, per dare all'intero sistema una validità generalizzata e una conferma più ampia, sono necessari molti tests d'ascolto, formulati in modo tale da soddisfare tutte le obiezioni plausibili. Già nel 1983 (Sundberg, Askenfelt, Fryden), quando il sistema contava solo sette regole, vennero fatti i primi esperimenti con membri esterni al lavoro progettato. La prima osservazione fu che le regole, se applicate isolatamente, non migliorano in modo apprezzabile l'esecuzione musicale; infatti un'esecuzione reale difficilmente conterrà effetti simili ad una sola delle regole descritte. Così, ipotizzando che l'effetto di una regola individuale dipenda dall'effetto delle altre, furono testate insieme. Vennero preparati 14 esempi, 2 per regola,

scelti in modo da dimostrare chiaramente l'effetto di una delle sette regole. Ogni esempio veniva presentato con regole e senza regole a nove giudici, musicalmente esperti, che dovevano indicare la loro preferenza. I risultati furono incoraggianti dato che, in quasi tutti i casi, le preferenze per la versione con regole superarono il 50%. Alcune osservazioni servirono al miglioramento e all'ampliamento del sistema: per esempio, scoprire che le maggiori preferenze andavano agli esempi di musica barocca piuttosto che a quelli di musica più recente, suggerì la sottolineatura del contesto armonico, che non era ancora prodotta da alcuna regola. È apparso subito fondamentale il problema della grandezza della variazione introdotta dalla regola: se troppo grande, l'effetto sembra esagerato o ridicolo, se troppo piccolo, difficile da notare. Si trovò che la grandezza giusta da attribuire a ciascuna regola è proprio quella che produce un effetto appena percettibile.

Molto più completo e complesso fu il test presentato nel 1986 (Thompson, Friberg, Fryden, Sundberg). Ogni melodia scelta venne presentata in cinque versioni: a) senza regole; b) con la regola da testare; c) con tutte le regole, meno quella da testare; d) con tutte le regole (nei tests presentati per -tutte le regole- si intese di volta in volta un gruppo di 4 o 5 regole, non tutte); e) con una inappropriata applicazione della regola da testare, per esempio l'inverso del carico melodico, l'apposizione di confini di frase casuale e così via. Le cinque condizioni vennero presentate, in ordine casuale e a blocchi di esempi, a venti ascoltatori esperti; le istruzioni scritte chiedevano di valutare ciascuna esecuzione attraverso una scala da 1 a 9, senza essere ipercritici, immaginando di giudicare se il lavoro di un giovane studente di musica andava o meno nella giusta direzione e considerando che non c'erano risposte giuste o sbagliate, ma solo graduabili. Lo scopo del test fu quello di esaminare il significato musicale delle regole attraverso quattro diverse situazioni che possono emergere dalle risposte dei soggetti partecipanti all'esperimento: 1) l'esecuzione è migliore quando una regola è applicata, peggiore senza regole, cioè la versione b risulta preferita rispetto a quella a; 2) l'esecuzione è migliore se una regola è aggiunta alle altre, peggiore se vi sono solo le altre, cioè la versione d viene preferita a quella c; 3) sebbene la presenza o meno di individuali regole non migliori significativamente l'esecuzione, l'applicazione di molte regole migliora la qualità musicale dell'esecuzione; 4) applicando le regole arbitrariamente o al contrario, l'esecuzione migliora significativamente. Se le prime due ipotesi sono vere, le regole sono molto importanti per l'esecuzione musicale, se è vera solo la terza, sono poco importanti, se è vera la quarta, tutto il sistema viene contraddetto perché il proposito delle regole non è solo quello di evitare la meccanicità dell'esecuzione, ma anche quello di evidenziare i vari aspetti della struttura musicale e quindi di avere un senso musicale.

Furono scelte queste regole applicabili ai seguenti brani: GMI1A (Articolazione nel salto) - Bach, tema della Fuga dal primo Kyrie della Messa in Si b minore; GMA1 (Frasesaggio) - Chopin, Valzer in Mi b maggiore op. 18; DPC2A (Carico melodico) - Chopin, Mazurca n. 5 in Si b maggiore op. 7 n. 1, e Mozart, tema dal II movimento

del Quartetto per archi in Si minore K421; GMA2A (Carico armonico) - Schubert, tema dal primo movimento della Sinfonia D759 *L'incompiuta*.

I risultati mostrarono che le regole hanno significato musicale: 1) le melodie con la regola da testare, ottennero medie di valutazione superiori a quelle presentate senza regole; pertanto l'applicazione di ciascuna regola migliora la qualità musicale delle melodie scelte. 2) Le melodie con tutte le regole ottennero una media sempre superiore alla presentazione con tutte le regole ma senza quella da testare; pertanto ciascuna regola ha importanza musicale anche quando altre regole sono già applicate. 3) La terza condizione è già stata superata dalle prime due. 4) Le sequenze presentate con un'inappropriata trasformazione delle regole ottennero sempre valutazioni più basse che le presentazioni in tutte le altre condizioni, compresa la situazione di assenza di regole. Questo significa che le regole esecutive testate hanno sensibili caratteristiche musicali e quindi non migliorano l'interpretazione del pezzo solo perché aggiungono arbitrarie variazioni ad un'esecuzione meccanica. Fece eccezione il test che prevedeva la valutazione del *carico melodico* nella Mazurka in Sib maggiore op 7 n. 1 di Chopin, infatti qui l'inverso della regola piacque; il motivo risiede nel fatto che le note con alto *carico melodico* sono già sottolineate strutturalmente da Chopin, essendo di lungo valore (2/4), e l'ulteriore allungamento può sembrare banale, mentre l'inverso appare più interessante. Applicando la regola al tema dal II movimento del Quartetto per archi K421 di Mozart ottenne valutazioni in linea con le ipotesi già descritte.

Furono testate altre cinque regole con i seguenti brani: DPC1B (Aumento della sonorità delle note più acute) - Händel, Sonata in Mi maggiore per violino e basso continuo op. 1 n. 15; GMI1C (Aumento della velocità in movimenti ascendenti) - Roman, tema dal primo movimento del *Drottningholmssusiken* IB 2; GMI1B (Durata delle note che formano un salto) - Schubert, *Frühlingstraum*, da *Winterreise* op. 89 n. 11 D911; DDC1A (Contrasto di durata, solo per il parametro delle durate, abbrevia il valore delle note più corte) - Schubert, tema da *Tre marce militari* op. 51 D733; DDC1B (Contrasto di durata solo per il parametro dell'intensità: esegue più piano le note più corte) - Bach, Bourrée dalla Suite in Do maggiore per violoncello solo BWV 1009. In questi casi i risultati furono un po' meno incoraggianti, infatti si verificò principalmente la situazione n. 3: le valutazioni migliori riguardarono solo l'applicazione di quattro o cinque regole nei confronti dell'applicazione di una o nessuna regola. La prevalenza del caso n. 3 stabilisce la poca importanza individuale di ciascuna regola e la modesta qualità musicale di queste regole, pur rimanendo confermata la loro generica validità. Il confronto tra i due tests è molto importanti perché mostra che in generale le regole derivanti dalla struttura musicale posseggono un più alto grado di importanza individuale e sono significative per il giudizio sulla musicalità di un'esecuzione. Esse sono non solo regole simboliche riflettenti un certo comportamento ma anche vere e proprie norme di riferimento più o meno consapevolmente usate nell'esperienza concertistica o didatti-

ca di un musicista: si può raccomandare ad un allievo la sottolineatura del fraseggio o di una nota rilevante armonicamente, meno ovvio è insegnare, o pensare di utilizzare coscientemente, quelle regole che si richiamano a fenomeni percettivi generici, come ad esempio il *contrasto di durata*. Esse giustificano alcune condotte esecutive spontanee, creando un *ambiente interpretativo* sul quale è poi necessario intervenire con espedienti che la riflettono la struttura in modo più diretto e coerente.

Attraverso i tests (Sundberg, Fryden, Friberg, 1989; Sundberg, Fryden, Friberg, 1991) vennero analizzati altri due aspetti importanti delle regole: 1) la soglia di percettibilità; 2) la quantità di deviazione preferita.

1) La quantità di effetto necessaria, affinché una regola fosse percepita come tale, fu analizzata attraverso un esperimento che comprendeva due gruppi di ascoltatori: 10 studenti di musica di livello superiore e 12 persone non esperte. A questi soggetti fu chiesto di decidere se, delle coppie di esecuzioni, in cui la prima era senza regola e la seconda con regola, erano uguali o no; le coppie vennero presentate in serie di 9, dalla regola enormemente amplificata alla coppia senza regola. La prima coppia era quella con la regola ben amplificata, in modo da indirizzare l'ascoltatore a prestare attenzione proprio all'effetto prodotto; inoltre vi erano anche due coppie uguali. Erano previsti spazi di silenzio: 2 secondi fra due esecuzioni, 15 secondi fra le coppie, circa un minuto fra le serie.

Le conclusioni fondamentali di questo test furono due: a) i falsi allarmi, cioè la risposta che asseriva l'esistenza di una differenza nel caso della coppia con le due versioni uguali senza espressione, furono il 37% per i musicisti e il 20% per i non musicisti; questo fatto mostra il desiderio probabile dei musicisti di apparire infallibili col proprio orecchio, al punto che questo eccessivo zelo conduce a sentire anche quello che non c'è. b) Partendo dalla differenza zero e andando verso differenze sempre più grandi, i musicisti mostrarono una media di risposte corrette molto superiore ai non musicisti, nel senso che individuarono la presenza della regola abbisognando di una quantità di deviazioni più bassa dei non musicisti. Se ne deduce che i musicisti possono cogliere differenze esecutive molto più piccole dei non musicisti, e che gli effetti proposti dalle regole sono familiari ai musicisti ed appartengono al loro dominio di esperti; infine la sensibilità della gente agli effetti dell'interpretazione rivela, se c'è, musicalità, e deriva anche dall'abitudine all'ascolto.

I brani scelti e le relative regole furono i seguenti: DDC1A - Bellman, *Vila vid denna källa*, *Fredman's Epistel* n. 82 (durata 17"); DDC1B - Johansson, Quartetto per archi n. 2, I movimento (7"); DPC1A - Mendelssohn, Scherzo da *Una notte di mezza estate*, op. 61 n. 1, I tema (5"); DPC2A - Bach, tema dal primo Kyrie della Messa in Si minore, BWV 232 (18"); GMI1A - Bach, Bourrée dalla Suite in Do maggiore per violoncello solo, BWV 1009, (12"); GMA1 - Tegnér, *Ekorrn satt i gnamnen* (20"); GMA2A - Schubert, II tema dal I movimento della Sinfonia in Si minore *L'incompiuta* (16").

Particolarmente interessante è il fatto che il valore delle deviazioni con il peso prestabilito dagli autori (il valore

di default con $K=1$) corrispose abbastanza bene (circa l'80%) alla soglia di udibilità dei musicisti, confermando ancor di più che le regole, al livello stabilito dagli autori, producono un effetto appena percepibile ma con riferimento ad un pubblico di musicisti.

2) Il problema della quantità di regola preferita dagli ascoltatori è direttamente in relazione con la soglia di udibilità. L'ipotesi di partenza fu che, se una regola è gradita, la quantità preferita dovrebbe essere vicino o poco sopra la soglia di udibilità, mentre, se è sgradita, dovrebbe essere preferita una quantità più bassa della soglia di udibilità e vicino a $K=0$.

I soggetti scelti per questo test furono 5 musicisti professionisti dell'orchestra della Radio svedese (3 violisti, un violoncellista e un flautista). Friberg preparò un apposito programma per il test che permetteva, attraverso il mouse, di scegliere il valore K preferito (ove possibile anche negativo). I soggetti erano liberi di provare quanti valori volevano per trovare il preferito. Mediamente furono necessarie da 10 a 15 prove per regola. I brani scelti furono: DDC1 - Mozart, Sonata in Fa maggiore K332, I tema dal I movimento; DPC1A - Mendelssohn, come sopra; DPC2A - Mozart, Quartetto per archi in Mi b maggiore K428, I movimento; GMI1B - Bach, come sopra; GMA1 - Tegnér, *Sov du lilla videung*; GMA2A - Schubert, come sopra. Tutte le regole mostrarono una media positiva e, a parte la regola DDC1, vicina a $K=1$. Confrontando i grafici dei due tests si notò che la quantità preferita è quella vicina alla soglia di udibilità dei musicisti, come dire che i musicisti preferiscono effetti espressivi impercettibili ai non musicisti. Il caso della regola DDC1 è probabilmente dovuto all'esempio scelto che crea una situazione di conflitto già descritta con l'ipotesi prodotta dalla regola DDC2B (Doppia durata). Naturalmente è possibile che le quantità preferite varino in rapporto all'esempio scelto e al gusto degli ascoltatori, comunque, in questo test, 5 su 6 regole vennero approvate da musicisti professionisti, confermando che c'è un accordo tra musicisti su come si deve suonare un brano per ottenere un'esecuzione musicale.

Un altro test fondamentale fu quello riguardante il tentativo, effettuato nel 1991 (Friberg, Fryden, Bodin, Sundberg), di applicare le regole, nate per la musica tonale, a brani di musica atonale. Tre pezzi per pianoforte di Boulez, Webern e Xenakis, riprodotti con un suono di pianoforte digitale (campionatore Casio), e altri brani, composti dal computer con formule casuali e suono puramente sintetico, furono proposti agli ascoltatori (due pianisti esperti di musica contemporanea e tre compositori di musica elettronica) in coppie in cui un'esecuzione era con le regole ed un'altra senza (l'ordine era casuale). La preferenza andò alle esecuzioni con regole.

Questo dimostrò che le regole, con qualche modifica (per esempio l'uso del *Carico cromatico* anziché *armónico* e *melodico*), migliorano anche l'esecuzione della musica atonale.

Si osservò che la quantità necessaria di regola, per ottenere l'effetto desiderato, era maggiore di quanto utilizzato nei precedenti tests per la musica tonale; questo sembra dovuto al fatto che la musica atonale offre

all'ascoltatore meno elementi strutturali facilmente identificabili, quindi l'ascoltatore ha bisogno di dosi più massicce di interventi espressivi per comprendere appieno lo svolgimento di questa musica poco prevedibile. Il test confermò inoltre la convinzione degli autori riguardo la generale indipendenza delle regole esecutive dallo stile della musica, anche se ovviamente è possibile aggiungerne altre, e ve ne sono alcune stilisticamente determinate. In particolare, nell'ascolto della musica atonale sono particolarmente utili le funzioni di differenziazione e raggruppamento. Inoltre, se gli interventi espressivi hanno così forti similitudini con quelli necessari per la musica dei periodi precedenti, significa che gli esecutori non debbono acquisire particolari abilità interamente legate ad uno stile; non occorre insomma una speciale abilità per eseguire la musica di un certo periodo.

7. Confronti con esecuzioni reali

Il metodo dell'analisi attraverso la sintesi, che conduce alla formulazione del sistema di regole esecutive, è complementare al metodo di analisi attraverso la misurazione quantitativa dei dati emergenti da esecuzioni reali. Il confronto fra i risultati dei due metodi è di fondamentale importanza per convalidare le ipotesi. Un esempio di questo modo di operare è stato riportato a proposito della descrizione della regola DDC2B (Doppia durata). Dai dati del confronto emerge che ci sono similitudini, incoraggianti per questa ricerca, tra esecuzioni sintetiche ed esecuzioni reali, anche se è ovviamente impossibile che le regole producano tutte le sfumature esistenti nella realtà interpretativa.

8. Conclusioni

L'assunto principale di tutto questo lavoro è che l'esecuzione musicale faccia parte delle forme di comunicazione umana e che, in quanto tale, il produttore del messaggio usi mezzi espressivi atti ad aiutare il destinatario nella decodificazione.

I codici usati derivano dal campo musicale specifico, ma anche dall'esperienza extra-musicale come il linguaggio e il movimento fisico. Sono state trovate una serie di spiegazioni circa i requisiti fondamentali della comunicazione musicale, anche se l'esistenza di un numero limitato di regole esecutive, necessarie e sufficienti per *suonare bene*, fa sorgere immediatamente giuste diffidenze: esistono diversi modi di eseguire un brano, tutti perfettamente accettabili dal punto di vista musicale; le regole predefinite, che sembrano ipotizzare una qualche esecuzione ideale, vanno contro l'esperienza comune. In realtà l'esistenza di alcune regole non contraddice la possibilità di scoprirne altre, mentre la molteplicità degli effetti deriva dalla combinazione di più regole e dal peso loro attribuito: un esecutore ha a disposizione molti modi per rendere musicalmente accettabile la propria interpretazione, però nell'atto di produrre il suono opera una scelta fra tutte le opzioni possibili, selezionando la combinazione che in quel momento ritiene migliore.

Come la realtà interpretativa, anche la costruzione di

regole artificiali mantiene la possibilità di ottenere diverse esecuzioni ugualmente accettabili attraverso i seguenti mezzi: la scelta delle regole, l'ulteriore ampliamento del sistema, e la calibratura degli effetti, cioè la quantità di regola da usare.

Ulteriori gradi di libertà derivano da quelle regole che prevedono, a priori, una scelta analitica, come quelle relative agli aspetti del fraseggio e delle funzioni armoniche.

Le regole diventano così una specie di lessico che permette al musicista di tradurre in segnali acustici, attraverso le deviazioni espressive, la propria interpretazione della musica; in questo lessico vi sono dei sinonimi e diversi codici acustici possono essere usati per trasmettere la medesima informazione strutturale.

L'utilità di questo procedimento non è solo accademica; per esempio nel caso del test che ha stabilito la soglia di percepibilità di una regola, si è scoperto che la partecipazione stessa al test causava un miglioramento, dovuto all'allenamento, nella sensibilità agli effetti. Se questo è vero, simili tests potrebbero essere utilizzati per incrementare la sensibilità degli ascoltatori alle deviazioni espressive o per valutare le abilità e attitudini musicali. Detto ciò, questi sono i principali limiti che attualmente il sistema presenta:

1) le regole non descrivono tutte le possibilità espressive a disposizione del musicista e quindi il sistema va ampliato con altre regole.

Gli autori hanno già individuato alcuni sviluppi, derivanti dall'analisi delle esecuzioni reali e dagli studi sull'interpretazione, che si possono così riassumere (per le lettere [a] e [c] è già stata trovata una parziale soluzione con le due nuove regole riportate sotto tra parentesi, vedi Friberg, Sundberg, Frydén, 1994): a) ideare regole del gruppo GMI che inseriscano micropause alla fine di piccoli gruppi di note (Punteggiatura); b) studiare altre modifiche espressive riferite all'unità metrica; c) sottolineare i confini di frase, anche con piccoli accelerando iniziali e rallentando finali (Arco di frase); d) creare la quasi impercettibile asincronia delle voci che si verifica sia nella musica d'insieme che nell'esecuzione pianistica; e) enfatizzare una nota importante, ad esempio una con grande *carico melodico*, con un mezzo alternativo, all'allungamento di durata, per esempio con un'entrata in ritardo; f) considerare meglio il livello più alto della struttura, come ad esempio la ripetizione di una melodia.

2) Un altro problema è quello della non variabilità della quantità (parametro K) di regola; infatti essa viene stabilita all'inizio di ogni brano. I tests d'ascolto mostrano che i musicisti preferiscono un effetto molto piccolo; sembrerebbero privilegiare le esecuzioni abbastanza rigorose, senza deviazioni esagerate, si potrebbe dire più *classiche* che *romantiche*, ma anche magari senza *fantasia* e *passione*. Superficialmente l'eventuale piattezza dell'esecuzione sembrerebbe eliminabile con l'aumento del valore del parametro K, però è già stato verificato che questo procedimento produce solo un effetto esagerato, pedante o ridicolo.

La causa principale di questa situazione non va cercata all'interno del sistema ipotizzato o nel contenuto musicale delle regole, ma proprio nel meccanismo della quantità fissa: variabile all'inizio, ma non mutabile

durante l'esecuzione. Questo fatto è in forte contraddizione con l'operato del musicista: egli ha a disposizione non solo la scelta iniziale del lessico da utilizzare per trasmettere la propria comprensione del pezzo, ma può variare durante l'esecuzione sia questo lessico (le regole) che il peso da dare ad ogni espediente esecutivo momento per momento.

Per inserire questa funzione nell'esistente sistema di regole, dovrebbe essere immaginato una specie di *meta-sistema*, in grado di spiegare come varia la scelta delle regole e la scelta del peso durante l'esecuzione. In questo modo si potrebbe per esempio avere un *carico melodico esagerato* per un determinato contesto, seguito subito dopo dalla stessa regola con peso molto limitato.

3) L'ultimo problema emerso è quello dello strumento utilizzato e quindi del timbro prodotto. Non si può immaginare che il sistema di regole esecutive prescindano completamente dal mezzo di produzione sonora.

Gli autori hanno utilizzato un suono sintetico, simile ad uno strumento a fiato, sia per la flessibilità di questo suono sia per non distrarre gli ascoltatori con timbri diversi. Nessuno dei soggetti dei tests si è lamentato per la qualità di questo suono. Detto questo, bisogna però aggiungere che le regole sono nate dall'esperienza di un violinista (Lars Frydén) e sono state progettate principalmente per un certo tipo di strumento. L'applicazione del sistema ad uno strumento profondamente diverso porta senza dubbio a sostanziali modifiche e/o aggiunte. Ipotizzando di lavorare con un suono artificiale che simula il pianoforte, gli autori rilevano che le regole che trattano anche la forma interna della nota (l'involuppo) dovrebbero essere in parte modificate.

Bisogna aggiungere che, essendo i mezzi espressivi del pianoforte limitati alle deviazioni di durata, di intensità e di articolazione, il sistema di regole applicato al suono di questo strumento dovrebbe prevedere una generale riconsiderazione. Tutto ciò al fine di mettere in luce la ricchezza degli espedienti esecutivi utilizzati per sfruttare appieno le potenzialità sonore ed espressive del pianoforte, a fronte degli oggettivi limiti derivati dall'impossibilità di modificare il suono dopo l'attacco. Questa estensione "pianistica" del sistema di regole è stata oggetto di altre ricerche (Battel, Bresin, 1993, Battel 1995b) e può costituire un particolare ambito di studio.

BIBLIOGRAFIA

- ASKENFELT, ELENIUS, *Editor and Search Programs for Music*, in "Speech Transmission Laboratory, Quarterly Progress and Status Report" 4, Stockholm, KTH 1977.
- BATTEL G.U., BRESIN R., *Analysis by synthesis in piano performance: a study on the theme of the Brahms' "Variations on a theme of Paganini" op. 35*, in "Proceedings of Stockholm Music Acoustics Conference, July 28-August 1, 1993" a cura di A. Friberg, J. Iwarsson, E. Jansson, J. Sundberg, Royal Swedish Academy of Music n. 79, pp. 69-73.
- BATTEL G.U., BRESIN R., DE POLI G., VIDOLIN A., *Automatic performance of musical scores by means of neural networks: evaluation with listening tests*, in "Atti del X Colloquio di Informatica Musicale, Milano 2-4 dicembre 1993", a cura di Goffredo Haus e Isabella Pighi, Università degli Studi di Milano, pp. 97-101.
- BATTEL G.U., BRESIN R., DE POLI G., VIDOLIN A., *Neural networks vs. rules system: evaluation tests of automatic performance of musical scores*, in "Proceedings of the International Computer Music Conference", a cura dell'International Computer Music Association, San Francisco, pp. 109-113, 1994a.
- BATTEL G.U., BRESIN R., DE POLI G., VIDOLIN A., *Performance of Musical Scores by Means of Neural Networks*, in *Musik Psychologie Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie*, Berlino, in corso di stampa, 1994b.
- BATTEL G.U., *Analisi dell'interpretazione. Le nuove metodologie*. in "Diastema" IV n. 10, pp. 3-15, 1995a.
- BATTEL G.U., *Nuove metodologie per l'analisi dell'interpretazione: regole per l'esecuzione automatizzata della musica pianistica*, in "Atti della IIª Conferenza Internazionale di Acustica e Ricerca Musicale, Ferrara 19-21 maggio 1995", a cura di F. Pedrielli, CIARM, pp. 439-444, 1995b.
- BRESIN R., *A program for performance rules testing, teaching, and piano scores performing*, in "Atti del X Colloquio di Informatica Musicale, Milano 2-4 dicembre 1993", a cura di Goffredo Haus e Isabella Pighi, Università degli Studi di Milano, pp. 325-327.
- BRESIN R., DE POLI G., GHETTA R., *A Fuzzy Formulation of KTH Performance Rule System*, in "Proceedings of the 2nd International Conference on Acoustics and Musical Research 1995", in corso di stampa.
- BENGTSSON I., GABRIELSSON A., *Analysis and synthesis of musical rhythm*, in "Studies of music performance", J. Sundberg editor, Royal Swedish Academy of Music, Stockholm 1983.
- CARLSON, GRANSTRÖM, *A Phonetically Oriented Programming Language for Rule Description of Speech*, in *Speech Communication 2*, Almqvist and Wiksell, ed. G. Fant, pp. 245-253, Stockholm, 1975.
- FRYDEN L., SUNDBERG J., *Performance rules for melodies, origin, functions, purposes*, ICMC, S. Francisco 1984.
- FRIBERG A., FRYDEN L., BODIN L.G., SUNDBERG J., *Performance rules for computer-controlled contemporary keyboard music*, "Computer Music Journal" 15/2, 1991, pp. 49-55.
- FRIBERG A., SUNDBERG J., FRYDEN L., *Recent musical performance research at KTH*, in "Proceedings of the Aarhus symposium on Generative grammars for music performance 1994" J. Sundberg ed., 1994, pp. 7-12.
- FRIBERG A., *Generative rules for music performers: a formal description of a rule system*, "Computer Music Journal" 15/2, 1991, pp. 56-71.
- GABRIELSSON A., *Once again: The theme from Mozart's piano Sonata in A Major (K. 331)*, in "Action and Perception in Rhythm and Music", A. Gabrielsson ed., Royal Swedish Academy of Music, Stockholm 1987, vol. 55, pp. 201-237.
- GABRIELSSON A., *Music Performance*, in D. Deutsch ed., "The Psychology of Music" (2ª ed.), New York: Academic press, in corso di stampa.
- KRONMAN U., SUNDBERG J., *Is the musical retard an allusion to physical motion?* in "Action and Perception in Rhythm and Music", A. Gabrielsson ed., Royal Swedish Academy of Music, Stockholm 1987, vol. 54.
- KRUMHANSL C. L., KESSLER E. J., *Tracing the dynamic changes in perceived tonal organisation in the spatial representation of musical keys*, "Psychological Review" 89/4, 1982, pp. 334-368.
- LARSSON, *Music and Singing Synthesis Equipment (MUSSE)*, "Speech Transmission Laboratory-Quarterly Progress and Status Report" 1, pp. 38-40, KTH, Stockholm, 1977.
- SCHENKER H., *Fünf Urfurien-Tafeln*, Universal Edition, Vienna 1932.
- SUNDBERG, LINDBLOM, *Generative theories in language and music descriptions*, "Cognition" 4, 1976, pp. 99-122.
- SUNDBERG J., *Synthesis of Singing*, "Swedish Journal of Musicology" 60/1, 1978, pp. 107-112.
- SUNDBERG J., VERRILLO V., *On the anatomy of the retard: a study of time in music*, "J. Acoust. Soc." 68/3, 1980, pp. 772-779.
- SUNDBERG J., ASKENFELT A., FRYDEN L., *Musical performance: a synthesis-by-rule approach*, "Computer Music Journal" 7/1, 1983.
- SUNDBERG, *Studies of music performance*, J. Sundberg ed., Royal Swedish Academy of Music, Stockholm 1983.
- SUNDBERG J., FRYDEN L., FRIBERG A., *Rules for synthetic performance of melodies*, comunicazione personale, 1987.
- SUNDBERG J., FRYDEN L., FRIBERG A., *Common secrets of musicians and listeners. An analysis-by-synthesis study of musical performance*, in Howell, P., West, R. and Cross I., eds. *Representing Musical Structure*, Academic Press, London, 1989.
- SUNDBERG J., FRYDEN L., FRIBERG A., *Music communication as studies by means of performance*, STL-QPSR 1, 1991, pp. 65-83.
- THOMPSON W. F., FRIBERG A., FRYDEN L., SUNDBERG J., *Evaluating rules for the synthetic performance of melodies*, STL-QPSR 2/3, 1986, pp. 27-44.
- VAN NOORDEN, L.P.A.S., *Temporal coherence in the perception of tone sequences*, Doctoral dissertation, Technische Hogeschool, Eindhoven, 1975.